



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA
INSTITUTO DE QUÍMICA**

Camila Almeida Oliveira

**CROMATOGRAFIA EM PAPEL DE CORANTES PRESENTES EM
DOCES: UM ALERTA AO CONSUMO EXCESSIVO DESTE
ADITIVO ALIADA A CONFECÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE UMA
HISTÓRIA EM QUADRINHO**

RIO DE JANEIRO

2014

Camila Almeida Oliveira

**CROMATOGRAFIA EM PAPEL DE CORANTES PRESENTES EM
DOCES: UM ALERTA AO CONSUMO EXCESSIVO DESSE
ADITIVO ALIADA A CONFECCÃO E DISTRIBUIÇÃO DE UMA
HISTÓRIA EM QUADRINHO**

Monografia apresentada ao Curso de
Licenciatura em Química do Instituto de
Química da Universidade Federal do Rio de
Janeiro, como requisito para a obtenção do
grau de Licenciado em Química.

Orientadores: Prof. Angelo da Cunha Pinto

Prof.^a. Ana Paula Bernardo dos Santos

RIO DE JANEIRO

2014

Camila Almeida Oliveira

**CROMATOGRAFIA EM PAPEL DE CORANTES PRESENTES EM
DOCES: UM ALERTA AO CONSUMO EXCESSIVO DESSE
ADITIVO ALIADA A CONFECCÃO E DISTRIBUIÇÃO DE UMA
HISTÓRIA EM QUADRINHO**

Monografia apresentada ao Curso de
Licenciatura em Química do Instituto de
Química da Universidade Federal do Rio de
Janeiro, como requisito para a obtenção do
grau de Licenciado em Química.

Orientadores: Prof. Angelo da Cunha Pinto
Prof.^a. Ana Paula Bernardo dos Santos

Aprovada por:

Prof. Angelo da Cunha Pinto – IQ-UFRJ

Prof.^a. Ana Paula Bernardo dos Santos – DQ-IFRJ

Prof. Waldimir Nascimento de Araújo Neto – IQ-UFRJ

Prof. Antônio Carlos de Oliveira Guerra – IQ-UFRJ

Monografia aprovada em: ____ / ____ / ____

*Dedico este trabalho à minha família, o bem mais precioso da minha vida
especialmente a minha mãe Angela, pela sua dedicação e apoio durante
todas as etapas deste trabalho.*

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos aqueles que desempenharam papel importante para a conclusão deste trabalho.

Primeiramente agradeço a Deus pela força e fé que me foram concedidas para que eu completasse essa etapa da minha formação.

De forma muito especial, agradeço a minha família Angela, Letícia e Fernando pelo amor incondicional, pela compreensão nas horas difíceis. Vocês foram e sempre serão, o alicerce da minha vida. E principalmente a você minha mãe Angela Rodrigues que acreditou sempre no meu potencial, me dando forças para seguir em frente, enxugando todas as minhas lágrimas e me ajudando a encontrar o caminho de volta. E a todos os meus familiares que sempre torceram pelo meu sucesso, apoiando e incentivando cada vez mais o meu crescimento.

Com muito carinho agradeço ao meu namorado Rafael Garcia por todo o apoio, os conselhos, ajuda e compreensão nos momentos de ausência durante essa caminhada. O seu companheirismo foi fundamental!

Ao meu professor orientador, Angelo da Cunha Pinto, que me recebeu de braços abertos em seu laboratório e me forneceu todo o suporte necessário para chegar até aqui, agradeço por todos os incentivos e conselhos em todos os trabalhos que realizamos juntos. Agradeço pela contribuição significativa que o senhor proporcionou a minha formação acadêmica. Tenha certeza que toda a base das suas orientações acompanhará as minhas decisões profissionais a onde quer que eu esteja.

A minha querida orientadora Ana Paula Bernardo dos Santos, por ser um exemplo íntegro de pessoa, professora e orientadora. Agradeço muitíssimo a Deus por ter me dado à oportunidade de aprender e crescer ao seu lado tanto profissional como pessoalmente. Obrigada por todos os incentivos, conselhos, puxões de orelha e por todos os aprendizados. Agradeço por ter plantado essa sementinha em mim de sempre buscar fazer o melhor a cada

trabalho. Tenha certeza que a minha formação acadêmica não seria a mesma sem a sua contribuição!

Gostaria de agradecer também as professoras Márcia Almeida, Bárbara Vasconcellos, Michelle Rezende, Elizabeth Lachter e Lidilhone Hamerski pelo carinho, orientação e disponibilidade que sempre tiveram comigo nos trabalhos realizados no laboratório.

A minha amiga e companheira fiel de graduação Aline Camargo por todos os momentos que uma apoiou a outra, nas provas, nos trabalhos, nas disciplinas, nos projetos e nos momentos difíceis que passamos juntas durante esses cinco anos. Com certeza foi mais fácil passar por tudo isso ao seu lado. Muito obrigada pelo seu apoio!

Ao companheirismo dos meus amigos de laboratório (PILAB) Bianca, Eurídes, Daniela, Sabrina, Gabriel e Douglas. A professora Cláudia Rezende do laboratório de aromas e as colegas Gisele, Andréa e Thais pela disponibilidade em ajudar no manuseio dos equipamentos.

A direção da Escola Estadual José Veríssimo, ao professor Leandro Saldanha responsável pelas turmas e aos alunos participantes pela oportunidade de colocar em prática a proposta descrita nesse trabalho.

A cada um que esteve presente nesta etapa tão importante da minha vida, a todos meus eternos agradecimentos.

As pessoas não sabem o que querem, até mostrarmos a ela.

Steve Jobs

RESUMO

O avanço tecnológico sem dúvida nos traz muitas vantagens, mas quando falamos em avanço aplicado a indústria de alimentos, também existem algumas desvantagens, além da falta de informação. Uma das desvantagens encontradas é o uso excessivo de aditivos, como, por exemplo, os corantes. A aparência do alimento pode exercer efeito estimulante ou inibidor do apetite, motivo que leva o setor alimentício a se preocupar tanto com a aplicação de novos corantes. Diversos estudos apontam reações adversas aos aditivos como alergias, alterações no comportamento, efeitos carcinogênicos, dentre outros. De acordo com esses efeitos adversos principalmente aqueles relacionados à saúde infantil há a necessidade de trazer essas informações para dentro da ambiente escolar pelo fato das crianças e dos adolescentes serem uma das categorias, senão, a maior consumidora desses produtos.

O trabalho foi realizado com alunos de 1º ano do Ensino Médio da Escola Estadual José Veríssimo. A atividade foi dividida em três momentos, primeiramente foi realizada uma pesquisa para identificar quais os corantes mais consumidos pelos alunos, no segundo momento foi realizada uma discussão com os alunos sobre os assuntos que envolvem a temática de corantes e o experimento, seguida da distribuição da cartilha em forma de história em quadrinho “*Que cor tá minha língua?*” e no último momento foi realizada a cromatografia em papel de corantes com os alunos.

De acordo com os papéis cromatográficos a experimentação de cromatografia possibilitou a visualização da separação das cores de dois ou mais corantes presentes em um único doce.

A cromatografia em papel de corantes e o alerta do consumo excessivo desse aditivo aliado a distribuição da história em quadrinho apresentou-se como uma vantajosa ferramenta didática para a contextualização de alguns conteúdos, mostrando para os alunos através de uma abordagem diferenciada e atrativa que a Química está presente no dia a dia deles e que dessa maneira ela pode ser melhor compreendida. Se tornando com isso, um ponto de partida para uma mudança de comportamento e de hábitos alimentares.

Palavras-chave: História em Quadrinho, Corantes alimentícios, Cromatografia em papel.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| FIGURA 1 – Porcentagem de uso de corantes, no mundo, pelas indústrias de alimentos e bebidas..... | 26 |
| FIGURA 2 – O jovem William Henry Perkin e o corante malveína, nome inspirado na flor de malva..... | 28 |
| FIGURA 3 – Informações presentes em um rótulo de embalagem..... | 32 |
| FIGURA 4 – Estrutura dos corantes naturais citados no texto..... | 34 |
| FIGURA 5 – Nome dos onze corantes permitidos no Brasil e suas classificações..... | 37 |
| FIGURA 6 – Estruturas dos corantes azos..... | 39 |
| FIGURA 7 – Estruturas dos corantes trifenilmetanos..... | 40 |
| FIGURA 8 – Estrutura do corante azul de indigotina..... | 41 |
| FIGURA 9 – Estrutura do corante eritrosina..... | 41 |
| FIGURA 10 – Provável porção cancerígena dos corantes azos..... | 43 |
| FIGURA 11 – Materiais utilizados para a experimentação..... | 54 |
| FIGURA 12 – Papel de filtro cortado na forma sanfonada..... | 55 |
| FIGURA 13 – Materiais utilizados para a extração dos corantes presentes em gelatinas..... | 55 |
| FIGURA 14 – Remoção do corante dos doces..... | 56 |
| FIGURA 15 – Corrida cromatográfica..... | 56 |
| FIGURA 16 – Papel cromatográfico de corantes presentes em gelatina feito com papel de filtro de café e papel whatman nº 9, respectivamente..... | 62 |
| FIGURA 17 – Papel cromatográfico de corantes presentes em chicletes feito com papel de filtro de café e papel whatman nº 9, respectivamente..... | 62 |

| | |
|--|----|
| FIGURA 18 – Papel cromatográfico de corantes presentes em pastilhas de chocolate feito com papel de filtro de café e papel whatman nº 9, respectivamente..... | 62 |
| FIGURA 19 – Papel cromatográfico de corantes presentes em amendoins feito com papel de filtro de café e papel whatman nº 9, respectivamente..... | 62 |
| FIGURA 20 – Círculo cromático..... | 63 |
| FIGURA 21 – Alunos respondendo a pesquisa..... | 65 |
| FIGURA 22 – Discussão sobre a temática..... | 66 |
| FIGURA 23 – Distribuição da cartilha ilustrativa..... | 68 |
| FIGURA 24 – Alunos realizando o experimento..... | 71 |
| FIGURA 25 – Corantes mais consumidos pelos alunos..... | 72 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| QUADRO 1 – Corantes permitidos para uso em bebidas e alimentos no Brasil, seus códigos internacionais, cores e Índice de Ingestão Diária (IDA)..... | 31 |
| QUADRO 2 – Exemplo dos quatro tipos de corantes com uso permitido para alimentos no país..... | 36 |
| QUADRO 3 – Aplicações e efeitos adversos dos corantes permitidos para uso no Brasil..... | 46 |

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

BASF - Badische Anilin - & Soda - Fabrik

CNNPA - Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos

EUA - Estados Unidos da América

FDA - Food and Drug Administration

GMC - Grupo Mercado Comum

HQs - Histórias em Quadrinhos

IDA – Índice de Ingestão Diária

INS - International Numbering System

MERCOSUL – Mercado Comum do Sul

PCNs - Parâmetros Curriculares Nacionais

PCNEM - Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

pH - Potencial hidrogeniônico

PIB - Produto Interno Bruto

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 15 |
| 2. OBJETIVO..... | 21 |
| 2.1 Objetivo geral..... | 21 |
| 2.2 Objetivos específicos..... | 21 |
| 3. JUSTIFICATIVA..... | 22 |
| 4. REVISÃO DA LITERATURA..... | 23 |
| 4.1 Introdução aos corantes..... | 23 |
| 4.1.2 História sobre o uso dos corantes..... | 27 |
| 4.1.3 Legislação..... | 29 |
| 4.1.4 Classificação dos corantes alimentícios..... | 32 |
| 4.1.5 Corantes artificiais..... | 36 |
| 4.1.6 Corantes artificiais e seus malefícios a saúde..... | 42 |
| 4.2 Introdução a Cromatografia..... | 47 |
| 4.2.1 Cromatografia em papel..... | 48 |
| 4.3 História em quadrinho como ferramenta didática no Ensino..... | 49 |
| 5. METODOLOGIA..... | 52 |
| 6. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO..... | 54 |
| 6.1 Cromatografia em papel de corantes presentes em doces..... | 54 |
| 7. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 57 |
| 7.1 Perspectivas da proposta pedagógica..... | 57 |
| 7.2 Adaptação da experimentação de cromatografia em papel..... | 59 |
| 7.3 Realização da atividade na escola..... | 65 |
| 7.4 Análise da pesquisa e do questionário de avaliação..... | 72 |

| | |
|---|-----------|
| 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 75 |
| 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 76 |
| 10. ANEXOS..... | 82 |
| ANEXO A - Plano de aula..... | 82 |
| ANEXO B - Roteiro do aluno..... | 86 |
| ANEXO C - Pesquisa sobre os doces e gelatinas preferidos dos alunos..... | 88 |
| ANEXO D - Autorização para participar da pesquisa..... | 88 |
| ANEXO E – Cartilha: “Que cor tá minha língua?”..... | 89 |

1. INTRODUÇÃO

A Química em nossa vida desempenha um papel essencial e está presente em tudo que nos cerca, como nos alimentos, doces, eletrodomésticos, cosméticos, medicamentos etc. Desta maneira, o seu conhecimento possibilita que o indivíduo participe ativamente, seja no julgamento ou na tomada de decisões em favor do bem estar da nossa sociedade (SANTOS e SCHNETZLER, 1996).

Entretanto, para que ocorra a participação do indivíduo na sociedade é necessário que, em um ambiente educacional, o professor promova uma ligação entre o conteúdo escolar e o contexto no qual o aluno está inserido, como propõem diversos autores, entre eles Paulo Freire (2009) e Silva (2003), já que a escola não tem conseguindo aproximar o conteúdo escolar da realidade do aluno (FREIRE, 2009; SILVA, 2003).

Diversos estudos mostram que o Ensino de Química é em geral tradicional, totalmente desvinculado do dia a dia e da realidade em que os alunos se encontram (GUIMARÃES, 2009 e DIAS, *et al.* 2003). Ao se trabalhar com um método de ensino expositivo e conteúdista, tendo como principal foco a memorização (GONZALEZ e PALEARI, 2006) o educador compromete o processo de ensino e aprendizagem por não ser capaz de auxiliar os estudantes a superarem as dificuldades em relação os conteúdos aprendidos com suas vivências cotidianas.

Não é raro a Química ser resumida a conteúdos, o que tem gerado uma carência generalizada de familiarização com a área, uma espécie de analfabetismo químico que deixa lacunas na formação de cidadãos e cidadãs. (ZANON e PALHARINI, 1995, p.15)

É comum ouvirmos falar que a Química faz parte da nossa vida e que ela está presente em tudo o que fazemos. Com isso, existe a importância de se contextualizar o ensino dessa disciplina assim como outras, levando o aluno a entender e vivenciar a química não só na sala de aula, mas em seu cotidiano.

Diante disso, várias pesquisas sobre o Ensino de Química ressaltam a importância do ensino contextualizado, ou seja, um ensino que vem dos conhecimentos cotidianos e que permeiam a vida dos alunos (DEMO, 1988; ZANON e PALHARINI, 1995).

Professores de química e livros didáticos, também defendem o fato de que a aprendizagem é mais significativa quando os educandos conseguem relacionar o conteúdo estudado em sala de aula com a sua realidade. (USBERCO e SALVADOR, 2000; FONSECA, 2001; MORTIMER e MACHADO, 2003).

A repetição acrítica de fórmulas didáticas, que dão resultado, acaba por transformar a química escolar em algo cada vez mais distante da ciência química e de suas aplicações na sociedade. Além disso, existem tendências na psicologia contemporânea que consideram os conceitos inseparáveis dos contextos de aplicação, uma vez que o aluno tende a recuperar conceitos a partir desses contextos de aplicação e não do vazio. (MORTIMER e MACHADO, 2003, p.13)

É preciso que o aluno perceba que a Química é importante porque ela está relacionada a tudo o que fazemos em nosso dia a dia, a tudo que somos, a tudo que consumimos, ao ambiente que nos cerca, a nossa história e que adquirir um conhecimento sólido dessa ciência é fundamental para o exercício pleno de nossa cidadania, mesmo para uma pessoa que não pretenda fazer uma faculdade. (FONSECA, 2001, p.5)

A linguagem no Ensino de Química deve servir como instrumento para leitura e interação com o mundo, objetivando a cidadania, democracia e melhoria na qualidade de vida. É necessário pensar sobre a quem é útil à educação química, e qual é o seu papel para a conquista da emancipação. Sem esses objetivos esse conhecimento se torna inútil e incapaz de produzir progresso pessoal e social (CHASSOT, 2001).

Para Freire (Freire, 2003) os temas sociais e as situações reais propiciam a práxis educativa, que, enriquecida pela nova linguagem e pelos novos significados transformam o mundo, em vez de reproduzi-lo.

A educação como prática de liberdade, ao contrário daquela que é prática da dominação, implica a negação do homem abstrato, isolado, solto, desligado do mundo, assim como também a negação do mundo como uma realidade ausente dos homens. (FREIRE, 2003, p.70)

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) do Ensino Médio de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, também defendem que as escolhas sobre o que ensinar devem se firmar na seleção de conteúdos e temas relevantes que propiciem a compreensão do mundo natural, social, político e econômico. Com isso, a contextualização do ensino facilitará a interação com outros campos do conhecimento, mas não através de uma simples ilustração relacionando os conteúdos de química ao cotidiano no início ou final de uma abordagem didática. O que se objetiva é partir de situações reais (problemas) e buscar o conhecimento necessário para compreendê-las e vivenciá-las (BRASIL, 2002).

Um exemplo de uma abordagem de contextualização no Ensino de Química, segundo os PCNs é o estudo de aditivos alimentares como corantes (BRASIL, 2002). Esse tema permeia vários conteúdos de química que devem ser abordados no Ensino Médio, como funções orgânicas e inorgânicas, reações químicas, cinética química, interações moleculares, solubilidade dentre outras. Para Lutfi (Lutfi, 1988), a proposta de se abordar aditivos e conservantes em alimentos possibilitará um novo olhar para o Ensino de Química, tanto ao nível do desenvolvimento do conteúdo curricular, quanto na função da Química na sociedade. Entretanto, o autor ressalta existir uma grande dificuldade, por parte dos docentes, em adquirirem bibliografias adequadas para implementarem as mudanças propostas, o que desestimula a maioria dos docentes.

Além disso, os PCNs também defendem que o ensino deve possibilitar aos alunos desenvolvimento de competências no domínio da representação e comunicação; da investigação e compreensão; e da contextualização sócio-cultural. Algumas competências relacionadas aos aditivos alimentares como os corantes encontram-se descritas a seguir (BRASIL, 2002, p.89):

Representação e comunicação

- reconhecerem e compreenderem símbolos, códigos e nomenclaturas próprias da Química e da tecnologia química; por exemplo, interpretar símbolos e termos Químicos em rótulos de produtos alimentícios, águas minerais, produtos de limpeza e bulas de medicamentos; ou mencionados em notícias e artigos jornalísticos.

Investigação e compreensão

- entenderem e avaliarem os processos de conservação dos alimentos, analisando os diferentes pontos de vista sobre vantagens e desvantagens de seu uso.

Contextualização sócio-cultural

- reconhecerem as responsabilidades sociais decorrentes da aquisição de conhecimento na defesa da qualidade de vida e dos direitos do consumidor; por exemplo, para notificar órgãos responsáveis diante de ações como destinações impróprias de lixo ou de produtos tóxicos, fraudes em produtos alimentícios ou em suas embalagens.
- compreenderem as formas pelas quais a Química influencia nossa interpretação do mundo atual, condicionando formas de pensar e interagir; por exemplo, discutirem a associação irrefletida de “produtos químicos” com algo sempre nocivo ao ambiente ou à saúde.

Dentro dessa temática de aditivos alimentares alguns trabalhos (LUTFI, 1988; LIMA *et al.*, 2000), foram desenvolvidos no Ensino Médio. Lutfi (Lutfi,1988) trabalhou com alunos das 2ª e 3ª séries do Ensino Médio, na disciplina de química orgânica, a relação entre os aditivos químicos encontrados em alimentos e as funções orgânicas. Segundo Lutfi, houve um maior interesse dos alunos pelo conhecimento das substâncias, possibilitando uma visão Química sobre as relações econômicas e sociais desse tema na sociedade.

Trabalhando com corantes presentes em pastilhas de chocolate, Fraceto e Lima (2003) propõem a cromatografia em papel para a separação desses corantes como experimentação, para mostrar aos alunos uma técnica rotineira de análise em laboratórios tornando mais compreensíveis os conceitos de interação intermolecular e métodos de separação de componentes de uma mistura (FREACETO e LIMA, 2003). A separação desses corantes alimentícios em papel possibilita a exemplificação de vários conceitos químicos abordados no Ensino Médio como solubilidade, interação molecular, polaridade, misturas, partição, dentre outros.

Portanto, a separação de corantes assim como outras experimentações possui um caráter importante salientado pelos PCN's e fundamental no Ensino de Química, vinculando a teoria com a prática. A sua fragmentação, como ocorre habitualmente, contribui para a transmissão de uma visão empobrecida e “distorcida” sobre a Ciência, além de se tornar um obstáculo para a aprendizagem significativa (GIL-PÉREZ, 1999).

As atividades experimentais são apontadas em muitos trabalhos como a solução para a tão esperada melhoria no ensino, e para que isso seja possível elas deveriam acontecer com maior assiduidade dentro de um contexto relevante (GIL-PÉREZ, 1999).

A experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação. Nessa perspectiva, o conteúdo a ser trabalhado caracteriza-se como resposta aos questionamentos feitos pelos educandos durante a interação com o contexto criado. (GUIMARÃES, 2009, p. 198)

Lima *et al.* (Lima *et al.*, 2000) desenvolveram um trabalho com alunos da 3ª série do Ensino Médio, no qual propuseram alternativas para a construção de conceitos de cinética química a partir de experimentos sobre conservação de alimentos usando aditivos. Segundo estes autores, os alunos perceberam as questões sobre o uso de aditivos para comercialização, para a saúde e para o consumo desses alimentos. Os autores (LUTFI, 1988 e LIMA *et al.* 2000) concluíram que a contextualização de atividades experimentais é um dos caminhos para se alcançar uma melhoria do Ensino de Química.

Essa temática de aditivos também permite que se leve para dentro da sala de aula a discussão do consumo crescente de alimentos industrializados e, conseqüentemente, o aumento do consumo de corantes. Sem valor nutritivo, os corantes são uma classe de aditivos, introduzidos nos alimentos com o intuito de conferir, intensificar, restaurar e/ou uniformizar sua cor, tornando-os mais atrativos. Como a cor é associada a muitos aspectos da vida, ela influencia bastante nas nossas decisões diárias, incluindo aquelas que envolvem os alimentos. A aparência do alimento pode exercer efeito estimulante ou inibidor do apetite, motivo que leva o setor alimentício a se preocupar tanto com a aplicação de aditivos e obtenção de alimentos que agradem os olhos dos consumidores (PRADO e GODOY, 2007).

Diversos estudos apontam reações adversas aos aditivos, quer seja aguda ou crônica, tais como reações tóxicas no metabolismo, desencadeantes de alergias, de alterações no comportamento, efeitos carcinogênicos em longo prazo, dentre outros.

De acordo com esses efeitos adversos principalmente aqueles relacionados à saúde infantil, há a necessidade de trazer essas informações para dentro da ambiente escolar pelo fato das crianças e dos adolescentes serem provavelmente os maiores consumidores desses produtos. Nesse sentido, ainda vale ressaltar que as crianças apresentam maior suscetibilidade às reações adversas provocadas pelos aditivos alimentares (POLÔNIO e PEREZ, 2009).

Por esse prisma, a proposta de separação em papel de corantes presentes em doces mostra-se uma experimentação vantajosa para auxiliar professores a saírem de aulas tradicionais, trazendo para salas de aula discussões atuais como o consumo excessivo de aditivos como os corantes e seus malefícios a saúde. Isto permitirá que os alunos percebam que a Química de fato pertence ao dia a dia deles, e que de uma maneira atrativa e prazerosa, através da experimentação, poderá ser compreendida melhor.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Realizar cromatografia em papel de corantes presentes em doces e gelatinas e, através da experimentação alertar alunos, pais e professores sobre os prejuízos causados pelo consumo excessivo desse aditivo.

2.2 Objetivos específicos

Apresentar aos alunos uma técnica rotineira usada em laboratórios de análise, exemplificando um método de separação, um dos tópicos estudados em Química Geral.

Através de uma cartilha ilustrativa (história em quadrinho) e uma discussão em grupo, alertar os alunos quanto aos prejuízos causados pelo consumo excessivo desse aditivo, estimulando o consumo de frutas e alimentos *in natura*, e, conseqüentemente, melhorando a qualidade dos hábitos alimentares.

3. JUSTIFICATIVA

Há hoje em dia um abuso no uso de aditivos em vários produtos modernos, tais como os *fast-food*, salgadinhos embalados (*snacks*), pastilhas de chocolates, refrigerantes, balas, chicletes, gelatinas, iogurtes, biscoitos, os doces no geral, dentre outros.

São inúmeros os exemplos de alimentos industrializados ou processados que contêm aditivos alimentares como, por exemplo, os corantes. Diversos estudos apontam reações adversas aos aditivos, quer seja aguda ou crônica, tais como reações tóxicas no metabolismo desencadeantes de alergias, de alterações no comportamento, efeitos carcinogênicos em longo prazo, dentre outros (PRADO e GODOY, 2003; DOWNHAM e COLLINS, 2000).

Cada vez é mais intenso o uso de corantes em alimentos destinados a crianças, em guloseimas, remédios e xaropes. Por outro lado, é insatisfatória a divulgação dos prejuízos à saúde, causado pela ingestão excessiva desse aditivo.

De acordo com os efeitos adversos, principalmente aqueles relacionados à saúde infantil, há a necessidade de trazer essas informações para dentro da ambiente escolar pelo fato das crianças e dos adolescentes serem uma das categorias, senão, a maior consumidora desses produtos. Nesse sentido, ainda vale ressaltar que as crianças apresentam maior suscetibilidade às reações adversas provocadas pelos aditivos alimentares (POLÔNIO e PERES, 2009; STEVENSON *et al.*, 2007).

4. REVISÃO DA LITERATURA

4.1 Introdução aos corantes

As cores são resultado da absorção de radiação eletromagnética na faixa da luz visível e estão relacionadas com comprimentos de onda particulares. O vermelho, por exemplo, corresponde à faixa entre 480 a 530 nm, e o azul, de 600 a 700 nm. As substâncias orgânicas podem absorver radiação eletromagnética, porém, a absorção de radiação na faixa da luz visível se deve à presença de grupos cromóforos na estrutura dos compostos. Estruturalmente, um dos únicos aspectos comuns a praticamente a todos os corantes é a presença de um ou mais anéis benzênicos (COELHO, 2005).

A cor está ligada a diversos aspectos da vida e tem influência em muitas decisões diárias, inclusive aquelas relacionadas aos alimentos. Para se ter uma ideia dessa relação, Angelucci *et al.* afirmam que os órgãos dos sentidos do ser humano captam cerca de 87% de suas percepções pela visão, 9% pela audição e os 4% restantes por meio do olfato, do paladar e do tato (ANGELUCCI, 1988).

A aceitação do produto alimentício pelo consumidor está diretamente associada à sua cor. A cor de um alimento ou de uma bebida é uma das primeiras características reconhecidas pelos sentidos dos compradores e consumidores. De acordo com Queija *et al.* (2001), a cor é tão fundamental que é capaz de aumentar o prazer de consumir um determinado alimento. Desta forma, a aparência do alimento pode exercer efeito estimulante ou inibidor do apetite. A alimentação, além de necessária para sobrevivência, é também uma fonte de prazer e satisfação. Por esse motivo, o setor alimentício preocupa-se tanto com a aplicação de cores e obtenção de alimentos que agradem os olhos do consumidor (COLLINS e PLUMBLY, 1995; FREUND *et al.*, 1988).

Embora o consumo de um determinado alimento devesse depender principalmente do seu valor nutricional, a sua cor, aroma e textura são fatores que influenciam bastante na preferência da compra. Dentre estes fatores, a cor é o mais importante fator de escolha, já que a aparência na maioria das vezes

é o que mais facilmente desperta a atenção do consumidor (BOBBIO e BOBBIO, 1995).

A coloração é a primeira qualidade sensorial pelo qual os alimentos são julgados e, portanto, muito utilizada na indústria alimentícia para atender as expectativas dos consumidores, que usualmente associam a cor ao sabor, cheiro ou qualidade do produto (KAPOR, 2001; CONSTANT *et al.*, 2002).

As indústrias alimentícias adicionam corantes em seus produtos, na maioria das vezes para simular uma cor que seria notada pelo consumidor como se fosse natural, como por exemplo, a adição de corante vermelho a um glacê de cerejas (que na verdade possuiria coloração bege). Mas a cor também é usada para promover um efeito diferente no produto, como o corante azul brilhante utilizado em chicles e pirulitos para deixar a língua azul, muito consumido hoje em dia por crianças (CUNHA, 2008 e NETTO, 2009).

Enquanto a maioria dos consumidores tem conhecimento que alimentos que possuem cores fortes e brilhantes e pouco naturais, geralmente contêm algum tipo de corante alimentar, pouquíssimas pessoas sabem que, inclusive, os alimentos ditos como “naturais”, como a laranja e o salmão, são também às vezes coloridos artificialmente para esconder a variação natural de suas cores. Com o objetivo de manter a cor esperada ou preferida pelo consumidor, o uso da cor é muitas das vezes algo comercialmente vantajoso, pois disfarça a variação de cor nos alimentos durante as estações do ano e perda da coloração durante seu processamento e armazenagem (NETTO, 2009). Algumas das principais razões para isso incluem:

- Restaurar a cor dos produtos cuja coloração natural é afetada ou destruída pelos processos de transformação, embalagem, estocagem, e/ou distribuição e cujo aspecto visual encontra-se prejudicado;
- Realçar cores naturalmente presentes, dando uma aparência mais atrativa;
- Conferir cor a alimentos incolores e/ou reforçar as cores já presentes nos alimentos;
- Fins decorativos.

Além de apresentar estes aspectos para o seu uso, é importante ressaltar que há alguns corantes que possuem efeitos importantes como:

- As transformações dos *carotenoides* em vitamina A pelo organismo;
- A estabilização da vitamina C pela *tartrazina* em bebidas;
- A fotoproteção de *corantes escuros* que agem como filtro no alimento.

O corante alimentar é definido como qualquer substância adicionada ao alimento com a finalidade de modificar sua cor. Os corantes podem ser usados tanto industrialmente quanto na culinária. O colorau é um corante alimentar produzido a partir da semente de urucum, utilizado com muita frequência na culinária (CUNHA, 2008).

Há três categorias de corantes permitidas pela legislação para uso em alimentos: os corantes naturais, o corante caramelo e os corantes artificiais. Segundo o artigo 10 do Decreto nº 55.871, de 26 de março de 1965, considera-se corante natural aquele obtido a partir de um vegetal ou, eventualmente, de um animal, cujo princípio tenha sido isolado com o emprego de processos tecnológicos adequados. O corante caramelo é aquele obtido pelo aquecimento controlado do açúcar invertido ou de outros carboidratos na presença de compostos de amônia e de sulfitos. Já o corante artificial é aquele obtido por síntese orgânica, mediante o emprego de processos tecnológicos adequados, e não encontrado em produtos naturais (NETTO, 2009).

Nos rótulos dos corantes fabricados no mercado brasileiro devem constar o nome comercial reconhecido e o tipo de alimento no qual pode ser aplicado. É permitida apenas a mistura de três corantes (ANVISA, 2013).

O uso de corantes para destinos alimentícios exige avaliações de sua toxicidade; solubilidade (em água e/ou solventes alcoólicos); reatividade química com outros componentes do alimento; estabilidade à luz, calor e umidade, dentre outros. No Brasil, o Ministério da Saúde, tem aceitado o uso de poucos corantes sintéticos em produtos alimentícios, em concentrações rigorosamente controladas (KAPOR, 2001).

Antigamente, os corantes artificiais eram os principais agentes de coloração dos produtos industrializados. Nos últimos quinze anos, com base nos resultados de avaliações toxicológicas, o uso de vários corantes tem sido proibido por legislações de países específicos. Nota-se uma nova tendência na substituição do consumo de corantes sintéticos pelos naturais.

O uso indevido e frequente de aditivos sintéticos aumentaram as intoxicações por chumbo, arsênio e mercúrio, ampliando o risco do desenvolvimento de câncer. Nos EUA, atualmente, o FDA (Food and Drug Administration) aceita o uso de apenas sete corantes artificiais na indústria alimentícia e de cosméticos. No passado este número chegou a 80, e o interesse e o consumo dos corantes naturais aumentou muito nos últimos anos (MORITZ, 2005; CUNHA, 2008).

A Figura 1 apresenta a distribuição do uso de corantes em alimentos e bebidas no mundo, mostrando claramente o grande emprego desses aditivos sintéticos pelas indústrias de alimentos.

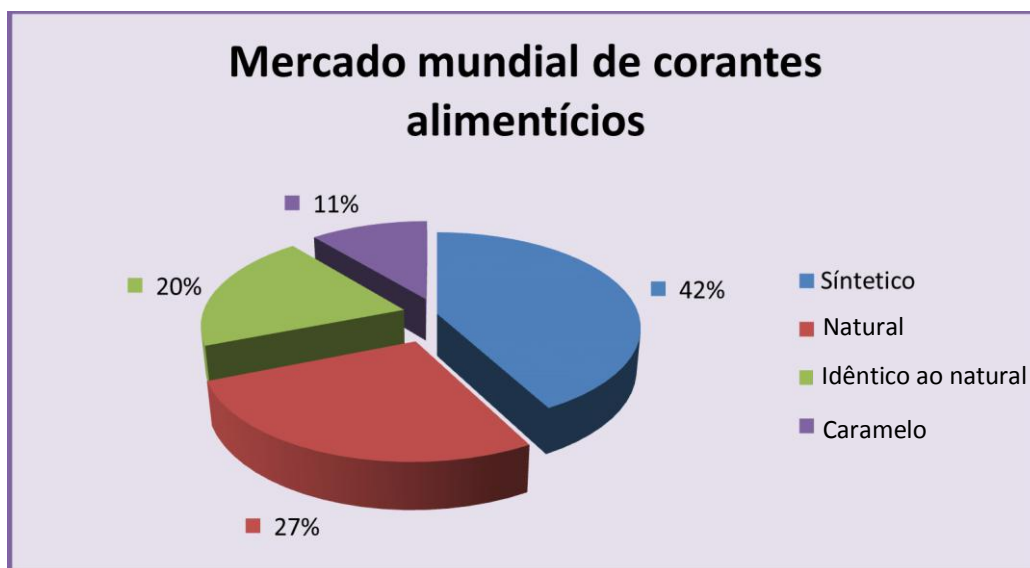


FIGURA 1 – Porcentagem de uso de corantes, no mundo, pelas indústrias de alimentos e bebidas (Adaptado de DOWNHAM e COLLINS, 2000).

A indústria de alimentos, no Brasil, representa 4% do PIB (Produto Interno Bruto) e 30% do total das exportações. O setor conta com 38 mil empresas, 750 mil empregos diretos e arrecadamento anual de R\$ 58,1 bilhões. Levando em conta que a maior parte dos alimentos industrializados contém corante, o mercado destes aditivos está em ascendente expansão (MORITZ, 2005).

Embora nem sempre seja competitiva a tecnologia disponível nas indústrias brasileiras em termos de qualidade e de preços comparada à tecnologia existente em outros países como Japão, EUA e Europa, há no Brasil

indústrias com capacidade técnica e produtos de ótimas qualidades (MASCARENHAS e STRINGHETA, 1998).

4.1.2 Histórias sobre o uso dos corantes

No passado, os corantes eram extraídos basicamente de flores, sementes, frutos, cascas e raízes de plantas ou de insetos e moluscos através de processos relacionados com algumas operações conhecidas hoje como maceração, destilação, fermentação, decantação, precipitação, filtração, etc. Os índios, por exemplo, removiam corantes de plantas e sementes como o próprio urucum e frutos de jenipapo com o objetivo de colorirem artefatos, vestimentas e até mesmo seus próprios corpos (para simbolizar um estado de espírito em rituais, celebrações de fertilidades, guerras, ou como prevenção contra picada de insetos, raios solares etc.) (VALIM, 1989 e DOWNHAM e COLLINS, 2000).

Até mesmo minerais, como as argilas coloridas e o carvão, foram utilizados para dar cor aos alimentos. O uso de minerais como corantes é muito antigo, pois alguns sais são fortemente coloridos (há o azul celeste e verde dos sais de cobre, o azul royal dos sais de cobalto, além de tons que variam dos castanhos ao vermelho dos sais de ferro e estrôncio) (ARAÚJO, 2005; DOWNHAM e COLLINS 2000; VALIM, 1989).

Devido às dificuldades de se trabalhar com produtos de origem natural (descoloriam facilmente, não havia tecnologia para extrair e armazenar em grande escala), o homem buscou outras fontes de corantes. Era preciso usar algo que fosse barato, estável e que produzisse cores intensas. Com o processo de industrialização e desenvolvimento da indústria química, surgiram no século XVIII, os corantes sintéticos, substituindo em larga escala os denominados corantes de origem natural (QUEIJA, 2001).

Todos os corantes alimentícios até meados de 1850 tinham como origem três fontes principais: vegetais comestíveis (cenoura (fornecendo cor laranja)), beterraba (a cor vermelho), casca de uva (um tom de cor escura para

preto), extratos de origem animal ou vegetal normalmente não consumidos tais como ácido carmínico para vermelho, estigma de açafrão para laranja, etc. e resultados da transformação de substâncias naturais (caramelo para cor marrom) (SOUZA, 2000).

Por volta do ano de 1856, o químico chamado William Henry Perkin de apenas 18 anos produziu o primeiro corante sintético, que chamou de malveína. A substância de cor roxa (púrpura), que lembrava a cor da flor de malva, veio a partir de uma reação com a anilina.

O cientista trabalhava em seu laboratório caseiro, estudando a oxidação da anilina com o dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$). Após descartar o precipitado resultante da reação, e lavar os resíduos do frasco com álcool, Perkin admirou-se com o aparecimento de uma intensa coloração violácea. Ele repetiu a reação, sob as mesmas condições, e obteve de novo o corante, ao qual chamou de Púrpura de Tiro que, posteriormente, passou a ser denominado de Mauve pelos franceses (NETTO, 2009).



FIGURA 2: O jovem William Henry Perkin e o corante malveína, nome inspirado na flor de malva.¹

¹ http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Malva_sylvestris01.jpg

<http://www.eoearth.org/view/article/155180/>

<https://woc.uc.pt/quimica/event/dataNews.do?elementId=103>

Em 1865, outro cientista, Friedrich Engelhorn fundou a BASF (Badische Anilin - & Soda - Fabrik) para produzir corantes derivados do alcatrão de hulha.

Depois disto, Perkin e Engelhorn e outros pesquisadores produziram mais de 90 corantes sintéticos, sendo que, até o início do século XX, mais de 700 corantes estavam disponíveis, todos apresentando cores intensas e a um custo bem mais acessível no mercado. Apesar de muitos desses corantes serem utilizados para tingir tecidos, a indústria de alimentos passou a usá-los, especialmente em produtos como doces. Havendo com isso, exemplos de abuso para enganar os consumidores. Em alguns países, esses corantes foram usados para adulterar (falsificar) vinhos, queijos e pickles de pepino.

A criação dos corantes sintéticos deu nova opção à indústria, mas será que eles eram seguros para serem adicionados aos alimentos? Infelizmente, a triste verdade é que alguns eram sais de metais tóxicos, como chumbo e cromo, e por isso muitas pessoas se intoxicaram e algumas chegaram a morrer. Com isso, em 1906, nos Estados Unidos (EUA), foi criada a primeira lei para o uso de corantes em alimentos. Hoje, nos EUA, são autorizados apenas nove corantes sintéticos, sendo dois de uso controlado (CUNHA, 2008 e DOWNHAM e COLLINS, 2000).

4.1.3 Legislação

No início do século XX já existiam em todo o mundo mais de oitenta corantes sintéticos disponíveis para alimentos. Contudo, não havia qualquer regulamentação de utilização. Devido a essa variedade de substâncias com poder corante, a lista desses aditivos usados em cada país variava consideravelmente (QUEIJA, 2001).

Devido ao uso cada vez maior desses aditivos, os países começaram a estabelecer legislações para controlar seu uso. Com isso, comitês internacionais, tais como a Comissão do Codex Alimentarius, organismo subsidiário da FDA (Food and Drug Administration) e da OMS, foram criados com a finalidade de, entre outros motivos, estabelecer especificações e

critérios para a utilização de aditivos alimentares, incluindo os corantes alimentícios (QUEIJA, 2001 e VALIM, 1989).

Os Estados Unidos que chegou a possuir no início do século XX mais de 700 substâncias com poder corante, hoje reduziu a quantidade de corantes sintéticos permitidos em alimentos para 9, sendo 2 de uso restrito (DOWNHAM e COLLINS, 2000). No Japão, de acordo com a legislação vigente, permite-se o uso de 11 corantes artificiais (REYES, 1996).

Houve também a necessidade de uma harmonização das legislações dos países membros da União Europeia. Assim, foram elaboradas diretrizes que administram o uso de aditivos em alimentos. Hoje em dia 17 corantes artificiais são permitidos na União Europeia para uso em alimentos e bebidas. E vale ressaltar que alguns países, como a Noruega e Suécia, não permitem o uso de corantes artificiais em alimentos (QUEIJA, 2001).

No Brasil, a regulamentação do uso de aditivos para alimentos, inclusive corantes, é de competência do Ministério da Saúde e sua Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (COSENTINO, 2005).

A regulamentação brasileira para aditivos foi estabelecida pelo Decreto nº 50.040, de 24 de janeiro de 1961. Este decreto dispunha sobre as normas técnicas reguladoras do emprego de aditivos químicos em alimentos, sendo alterado pelo Decreto nº 691, de 1962 e posteriormente pelo Decreto nº 55.871 de 26 de março de 1965, definindo corante como a substância ou a mistura de substâncias que possuem a propriedade de conferir ou intensificar a coloração de alimentos e bebidas.

Não fazem parte dessa definição, os sucos ou extratos de vegetais e outros ingredientes usados na fabricação de alimentos e bebidas que possuam coloração própria, a não ser que sejam adicionados corantes apenas com a finalidade de conferir ou intensificar a coloração característica do produto (PRADO e GODOY, 2003).

A resolução nº 44/77 da CNNPA (Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos), do Ministério da Saúde (BRASIL, 2013), definiu que os corantes permitidos para uso em alimentos e bebidas são classificados da seguinte forma:

- Corante Orgânico Natural

- Corante Artificial
- Corante Sintético idêntico ao natural
- Corante Inorgânico
- Caramelo
- Caramelo (processo amônia)

No Brasil, pela legislação atual e Resoluções nº 382 a 388 de 9 de agosto de 1999 da ANVISA, são permitidos para alimentos e bebidas o uso de onze corantes artificiais, sendo eles (Quadro 1) (PRADO e GODOY, 2003):

| <u>Corantes</u> | <u>CEE</u> (código internacional) | <u>COR</u> | <u>IDA</u> (índice de ingestão Diária) (mg/kg de produto) |
|---------------------------|---|---------------------|--|
| Amaranto | E123 | Magenta | 0,50 |
| Eritrosina | E127 | Rosa | 0,10 |
| Vermelho 40 | E129 | Vermelho alaranjado | 7,00 |
| Ponceau 4R | E124 | Cereja | 4,00 |
| Amarelo crepúsculo | E110 | Laranja | 2,50 |
| Amarelo tartrazina | E102 | Amarelo limão | 7,50 |
| Azul indigotina | E132 | Azul royal | 5,00 |
| Azul brilhante | E133 | Azul turquesa | 10,0 |
| Azorrubina | E122 | Vermelho | 4,00 |
| Verde rápido | E143 | Verde mar | 10,0 |
| Azul patente V | E131 | Azul | 15,0 |

QUADRO 1 – Corantes permitidos para uso em bebidas e alimentos no Brasil, seus códigos internacionais, cores e IDA.

Existe um consenso dessa legislação entre os países membros do MERCOSUL, no que se refere ao uso de corantes em alimentos. A Resolução GMC (Grupo Mercado Comum) nº 50/98 trata dessa harmonização, assim como a Resolução GMC nº 52/98, refere-se aos critérios para determinar as funções dos aditivos e seus limites máximos para todas as categorias de alimentos (PAVANELLI, 2010).

Segundo essa legislação, os alimentos que contêm corantes devem vir descritos em seu rótulo (Figura 2) a classe do aditivo (corante) e o nome por extenso e/ou INS (International Numbering System). Além disso, os corantes artificiais devem apresentar no rótulo a indicação “colorida artificialmente” (NETTO, 2009).

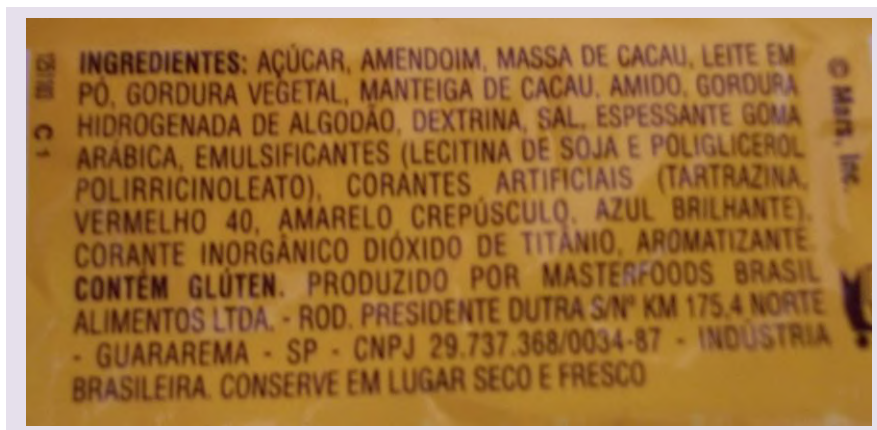


FIGURA 3: Informações presentes em um rótulo de embalagem (Fonte própria).

4.1.4 Classificação dos corantes alimentícios

Os corantes utilizados em alimentos e bebidas são classificados com relação a sua origem, em naturais (vegetal e animal) e sintéticos, existindo subdivisões:

Corantes sintéticos:

- **Corante Artificial** – é o corante orgânico sintético não encontrado em produtos de origens naturais.
- **Corante Sintético Idêntico ao Natural** – é o corante orgânico sintético no qual, estrutura química é semelhante à do princípio ativo isolado de corante orgânico de origem natural.

Segundo a classificação a seguir, os corantes naturais são aqueles obtidos a partir de vegetais ou de animais, cujo princípio ativo do corante tenha sido isolado com emprego de processos tecnológicos adequados apresentando grau de pureza compatível com o seu uso para fins alimentícios (SIMÃO, 2010).

Corantes naturais:

- **Corante Orgânico Natural** – obtido a partir de vegetal ou animal, cujo princípio ativo do corante tenha sido isolado com emprego de processo tecnológico adequado.
- **Corante Inorgânico** – obtido a partir de substâncias minerais e submetido a processos de purificação adequados para seu emprego em alimentos.
- **Caramelo** – o corante natural obtido pelo aquecimento de açúcares à temperatura superior ao ponto de fusão e ulterior tratamento indicado pela tecnologia.
- **Caramelo (processo amônia)** - é o corante sintético idêntico ao natural obtido pelo processo amônia, desde que o teor de 4-metil, imidazol não exceda no mesmo a 200 mg/kg (duzentos miligramas por quilo).

Atualmente os corantes naturais são empregados na indústria alimentícia e de bebidas, devido à ausência de toxicidade na maioria, não proporcionando danos a saúde (HAMERSKI *et al.*, 2013; Constant *et al.*, 2002). Estes corantes podem ser divididos em três grupos principais:

- Os compostos heterociclos (que compreendem as clorofilas presentes em vegetais, o heme e as bilinas encontradas em animais).
- Os compostos de estrutura isoprenoide (representados pelos carotenoides, encontrados em animais e principalmente em vegetais).
- Os compostos heterociclos contendo oxigênio (como os flavonoides, que são encontrados exclusivamente em vegetais).

Além desses, há outros dois grupos de corantes presentes unicamente em vegetais: as betalaínas e os taninos, que agrupam diversos compostos de estruturas altamente variáveis (Bobbio, 1992). Comercialmente, os tipos de corantes mais largamente empregados pelas indústrias alimentícias são os extratos de urucum (bixina), carmim de cochonilha, curcumina, antocianinas e as betalaínas (Figura 3) (HAMERSKI *et al.*, 2013; DOWNHAM e COLLINS, 2000).

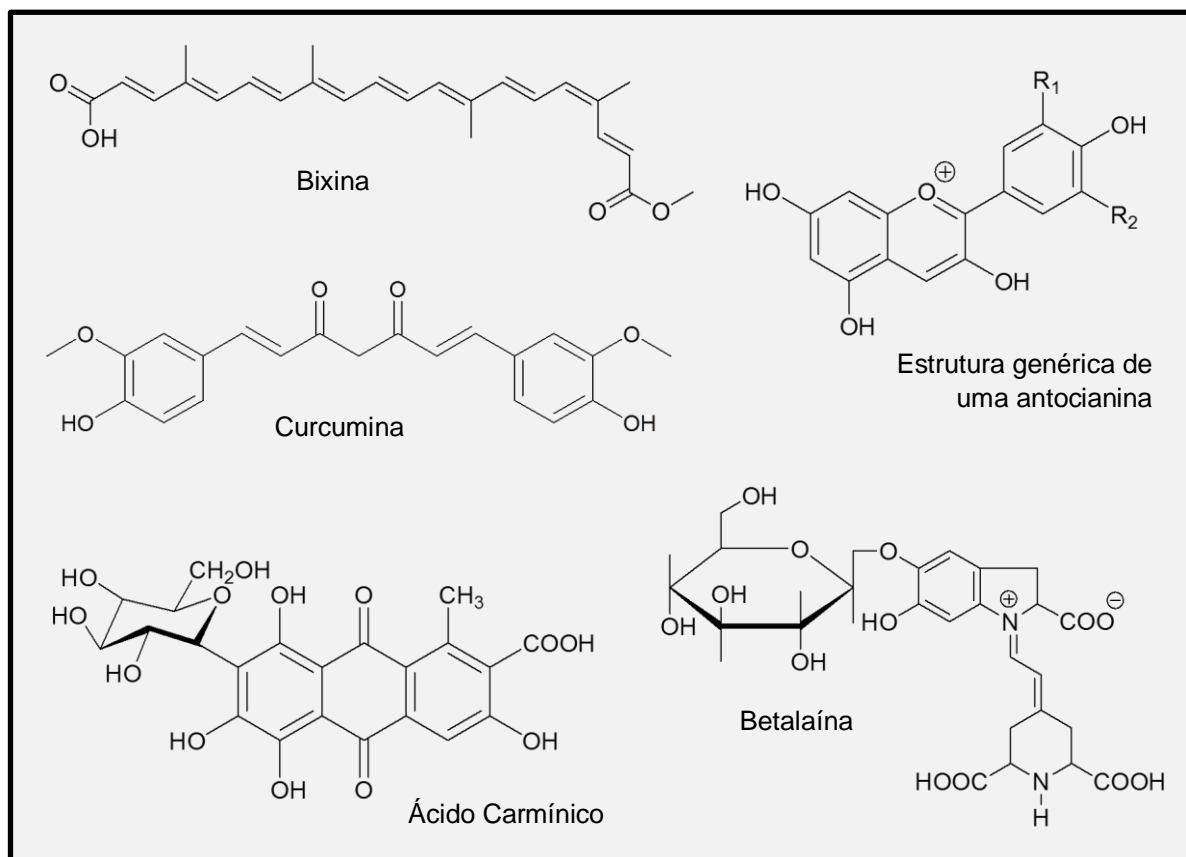


FIGURA 4 – Estrutura dos corantes naturais citados no texto.

Os corantes caramelos também pertencem à classe de corantes utilizados em alimentos, no qual são formados por uma complexa mistura de componentes, na forma de agregados coloidais, obtidos por aquecimento de carboidratos alimentícios, sob pressão e temperatura controladas, na presença ou não de reagentes químicos, como ácidos, álcalis ou sais.

A legislação classifica os corantes caramelo de acordo com o tipo de processo pelo qual são obtidos:

- Caramelo I – simples, podendo ser utilizados ácido ou álcali.
- Caramelo II – processo sulfito cáustico, podendo ser utilizados ácido, álcali e sulfitos.
- Caramelo III – processo amônia, podendo ser utilizados ácido, álcali e compostos de amônia.
- Caramelo IV – processo sulfito-amônia, podendo ser utilizados, ácido, álcali, compostos de amônia e sulfitos (ALMEIDA, 2011; NETTO, 2009).

O corante caramelo proporciona coloração de levemente amarelada até marrom bem escuro e tonalidade que pode variar do marrom ao vermelho. Além da coloração, o corante caramelo pode auxiliar na formação de espuma, desejável em alguns tipos de bebidas, como cervejas e refrigerantes, além de conferir leve sabor amargo, dependendo da quantidade utilizada (DOWNHAM e COLLINS, 2000).

Já os corantes inorgânicos, outra classe de corantes usados em alimentos e bebidas, são obtidos a partir de substâncias minerais e submetidos a processos de elaboração e purificação adequados a seu emprego em alimentos. Os corantes inorgânicos apresentam as seguintes características (OLIVEIRA *et al.*, 1998):

- Podem ser produzidos com um elevado grau de pureza e uniformidade;
- Podem ser estudados e formulados para originarem colorações dificilmente produzidas com corantes naturais;
- São mais estáveis termicamente e quimicamente, o que permite a coloração de materiais obtidos a elevadas temperaturas;
- Apresentam maior valor de custo do que os corantes naturais.

Outra classe de corantes que tem sido incorporada em alimentos e bebidas com muita frequência, hoje em dia, são os corantes artificiais. Eles são obtidos por síntese orgânica mediante o emprego de processos tecnológicos adequados e não são encontrados em produtos naturais, sendo dividido em dois grupos principais: idênticos aos naturais e artificiais.

Os corantes idênticos ao natural são substâncias sintéticas, cuja estrutura química corresponde as dos corantes naturais correspondentes, apresentando características de identidade e pureza apropriada ao seu emprego para fins alimentares (NETTO, 2009).

Os corantes artificiais são substâncias sintéticas, cuja estrutura química não corresponde a dos corantes naturais, apresentando características de identidade e pureza apropriada ao seu emprego para fins alimentares (PRADO e GODOY, 2003).

O Quadro 2 (NETTO, 2009) mostra os quatro tipos corantes com uso permitido para alimentos no país, de acordo com a sua classificação.

| Corantes | Exemplos |
|--|--|
| <u>Orgânico sintético artificial</u> | <ul style="list-style-type: none"> - Amarelo crepúsculo - Azul brilhante FCF - Azorrubina - Vermelho 40 - Eritrosina - Verde Rápido - Tartrazina - Indigotina - Azul Patente V - Bodeaux S ou amaranto - Ponceau 4 R |
| <u>Orgânico natural</u> | <ul style="list-style-type: none"> - Curcumina - Clorofila - Caramelo - Urzela; orceína, oreína sulfonada - Carotenoides: alfa, beta, e gama-caroteno, bixina, norbixina, capsantina, capsorubina, licopeno. - Xantofilas: flavoxantina, luteína, criptoxantina, rubixantina, violaxantina, rodoxantina, cantaxantina. - Vermelho de beterraba (betanina). - Antocianinas: pelargonidina, cianidina, peonidina, delfinidina, malvidina. - Cochonilha (ácido carmínico) - Riboflavina - Carvão medicinal |
| <u>Orgânico sintético (idêntico ao natural)</u> | <ul style="list-style-type: none"> - Betacaroteno - Cantaxanteno - Éster etílico do ácido β-Apo-8'-carotênico - Complexo cúprico da clorofila (clorofilina) - β-Apo-8'-carotenal - Caramelo amônia |
| <u>Inorgânico</u> | <ul style="list-style-type: none"> - Carbonato de cálcio - Óxido e hidróxido de ferro, - Dióxido de Titânio - Alumínio, Prata, Ouro |

QUADRO 2 – Exemplo dos quatro tipos de corantes com uso permitido para alimentos no país.

4.1.5 Corantes Artificiais

Vários produtos alimentícios originalmente não possuem coloração, e há aqueles nos quais pode ocorrer perda ou alteração da cor durante o processamento, exigindo à necessidade da adição de corantes com o objetivo de conferir ou restaurar a coloração. Por razões econômicas e maior estabilidade dos corantes artificiais, há a utilização cada vez mais frequente

desses em alimentos como doces, geleias, gelatinas, sucos, refrigerantes, etc. Os onze corantes permitidos pela legislação brasileira estão inseridos em quatro grupos principais: os corantes azos, trifenilmetanos, indigoides e xantenos, e são descritos a seguir na figura 4 (PRADO e GODOY, 2003 e NETTO, 2009).

| Corantes permitidos no Brasil | | | |
|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| <u>Azo</u> | <u>Trifenilmetanos</u> | <u>Indigoides</u> | <u>Xanteno</u> |
| Amaranto | Azul patente V | Azul de | Eritrosina |
| Ponceau 4R | Verde rápido | indigotina | |
| Vermelho 40 | Azul brilhante | | |
| Azorrubina | | | |
| Tartrazina | | | |
| Amarelo crepúsculo | | | |

FIGURA 5: Nome dos onze corantes permitidos no Brasil e suas classificações.

Corante Azo

É a maior e mais importante classe de corantes artificiais. São utilizados em alimentos (também são muito usados no tingimento de fibras). Esta classe contém vários compostos com um anel naftaleno ligado a um segundo anel benzeno por uma ligação azo ($N=N$). Esses anéis podem apresentar um, dois ou três grupos sulfônicos. Pertencem a essa classe os corantes citados a seguir.

Amaranto – Possui boa estabilidade à luz, calor e ácido, mas descolore em presença de agentes redutores. Alguns estudos são contraditórios quanto a seu potencial carcinogênico, sendo, por medida de segurança proibido, desde 1976, nos Estados Unidos. Devido a sua estrutura (Figura 6) ser semelhante aos demais corantes considerados não carcinogênicos seu uso ainda é permitido no Canadá. Na Inglaterra sua utilização é aceita provisoriamente até o surgimento de estudos mais comprovativos de sua carcinogenicidade. No Japão foi banido voluntariamente pelas indústrias de alimentos e na União

Europeia seu uso é permitido (PRADO e GODOY, 2003; DOWNHAM e COLLINS, 2000).

Ponceau 4R - Possui boa estabilidade ao calor, à luz e a ácidos, e descolore parcialmente na presença de alguns agentes redutores. Seu uso não é permitido nos Estados Unidos e na União Europeia. Na Inglaterra a sua utilização é provisoriamente restrita. Apesar de seu uso ser permitido no Japão, esse corante foi voluntariamente banido pelos industriais japoneses. Isso se deve aos poucos estudos realizados sobre sua toxicidade. A estrutura deste corante pode ser observada na Figura 6.

Vermelho 40 - Possui boa estabilidade à luz, calor e ácido, além de ser o corante vermelho mais estável para bebidas na presença do ácido ascórbico, um agente redutor. Estudos mostraram que o vermelho 40 (Figura 6) é pouco absorvido pelo organismo e em estudos de mutagenicidade não apresentou potencial carcinogênico, com isso seu uso é liberado para alimentos no Canadá e nos Estados Unidos.

Azorrubina - Possui boa estabilidade à luz, calor e ácido. Sua utilização em alimentos é liberada nos países da União Europeia, contudo é proibido nos Estados Unidos. Apesar de seu uso ser permitido em alguns países, há uma necessidade de estudos mais conclusivos sobre o seu metabolismo (PRADO e GODOY, 2003; DOWNHAM e COLLINS, 2000). A Figura 6 mostra a estrutura deste corante.

Tartrazina - Possui excelente estabilidade à luz, calor e ácido, e descolore em presença de ácido ascórbico e SO_2 . Causando desde urticária até asma. Dentre os corantes azo, a tartrazina tem chamado a atenção dos toxicologistas e alergistas, sendo apontada como responsável por várias reações adversas. Estudos relatam que 1 a cada 10 mil pessoas apresentam reações alérgicas a esse corante (Figura 6). Contudo, é um dos corantes mais adicionados em alimentos e é utilizado em muitos países, como Canadá, Estados Unidos e União Europeia.

Amarelo crepúsculo - Possui boa estabilidade na presença de luz, calor e ácido, apresentando descoloração na presença de ácido ascórbico e SO_2 . Os Estados Unidos, Japão e países da União Europeia permitem sua adição em alimentos, já o Canadá permite seu emprego em alguns produtos específicos em porcentagem máxima de 300 ppm. A Figura 6 mostra a

estrutura deste corante (PRADO e GODOY, 2003; DOWNHAM e COLLINS, 2000).

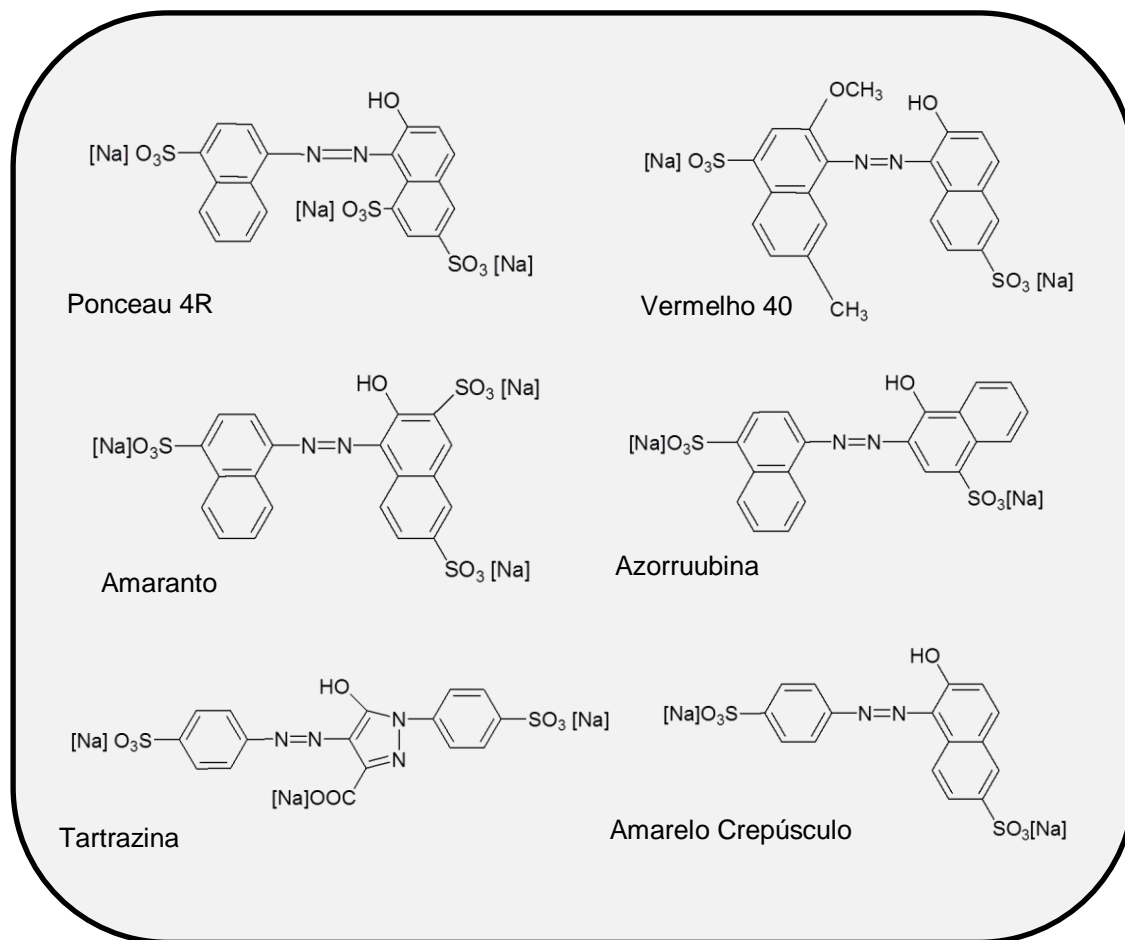


FIGURA 6 – Estruturas dos corantes azos.

Corantes trifenilmetanos

É um grupo composto por apenas três substâncias corantes, sendo que duas proporcionam coloração azul e outra que origina cor verde. Esse grupo apresenta estrutura básica de três radicais arila, em geral grupos fenólicos, ligados a um átomo de carbono central e possuem, ainda, grupos sulfônicos que lhes conferem grande solubilidade em água. O sistema cromóforo desta classe de corantes é apresentado em destaque nas estruturas de cada corante (Figura 7).

Azul patente V – Possui excelente estabilidade à luz, ácido e calor, mas apresenta descoloração na presença de ácido ascórbico e SO₂. Sua utilização

não é liberada nos Estados Unidos, contudo é permitida para adição em alimentos nos países da União Europeia. É um dos corantes utilizados em alimentos (Figura 7) que também necessita de estudos mais conclusivos sobre o seu metabolismo.

Verde rápido – Possui razoável estabilidade à luz, calor e ácido, porém possui baixa estabilidade oxidativa. Desde 1927, seu uso é liberado nos Estados Unidos, mas proibido nos países da União Europeia. A Figura 7 tem a estrutura desse corante.

Azul brilhante – Possui características semelhantes de estabilidade a do corante verde rápido. Seu uso é incondicional nos Estados Unidos, no Canadá seu limite máximo liberado em alimentos é de 100 ppm, na Inglaterra pode ser utilizado apenas em alguns alimentos e na União Europeia seu uso é permitido. Sua estrutura é apresentada na Figura 7 (PRADO e GODOY, 2003; DOWNHAM e COLLINS, 2000).

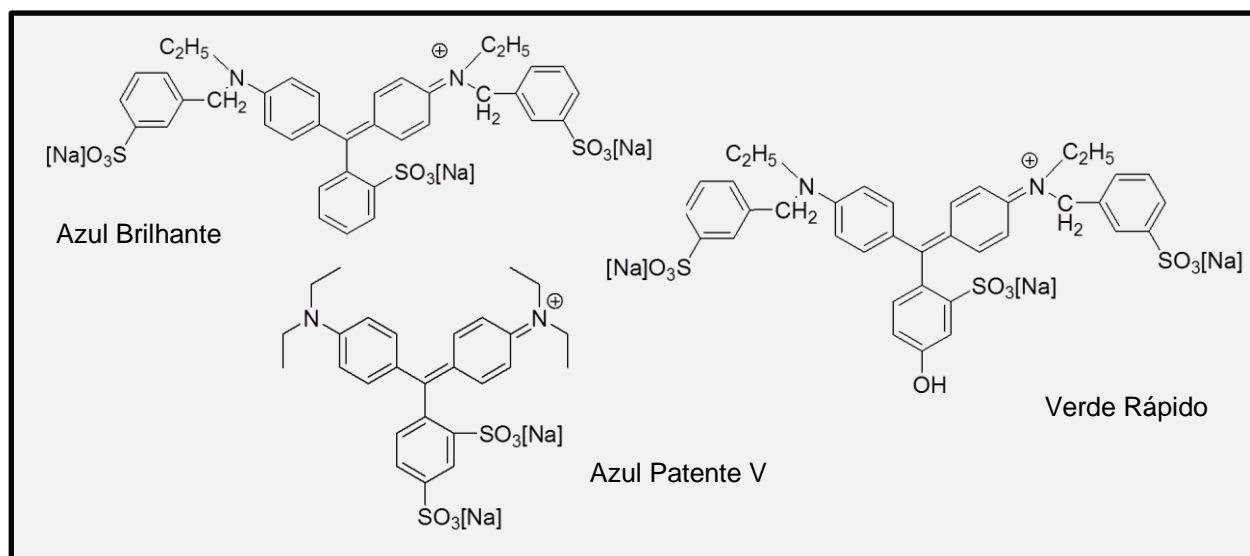


FIGURA 7 – Estruturas dos corantes trifenilmetanos.

Corante indigoide

Este grupo possui apenas um corante artificial autorizado no Brasil e seu nome já traduz que possui a cor índigo. O índigo é aquela cor azul observada nos jeans, variando para tons mais claros ou escuros (quase o chamado de azul royal).

Azul de indigotina - Possui baixa estabilidade à luz, calor e ácido, baixa estabilidade oxidativa e descolore na presença de SO_2 e ácido ascórbico. A União Europeia determinou seu uso seguro, é permitido no Japão, Estados Unidos e Inglaterra (Figura 8) (PRADO e GODOY, 2003; VALIM, 1989).

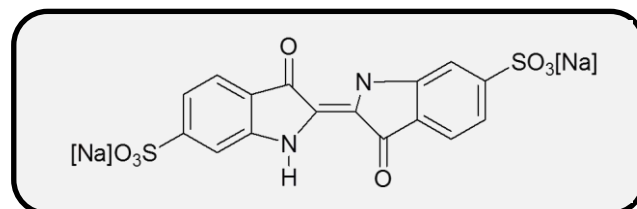


FIGURA 8 – Estrutura do corante azul de indigotina.

Corante xanteno

Deste grupo de corantes, a eritrosina é a única permitida no Brasil para uso em alimentos. Sua coloração vai do rosa ao vermelho (seu nome – Eritro significa vermelho, em latim). É utilizada largamente em doces, iogurtes, pudins e refrigerantes, sempre quando o objetivo é enfatizar uma cor vermelha ou correlacionar seu sabor com o de certas frutas, a exemplo de morango, cereja e outros.

Eritrosina – Possui insolubilidade em pH abaixo de 5. É o único corante representante dessa classe permitido no Brasil. Seu uso em alimentos é permitido nos Estados Unidos, países da União Europeia, Reino Unido e Canadá. É descrito na literatura alguns estudos relatando uma possível associação do uso desse corante com tumores na tireoide pela possibilidade de liberação de iodo no organismo. Contudo, esses estudos não foram conclusivos. O sistema cromóforo desta classe de corantes é apresentado, a seguir, em destaque na Figura 9 (PRADO e GODOY, 2003; DOWNHAM e COLLINS, 2000).

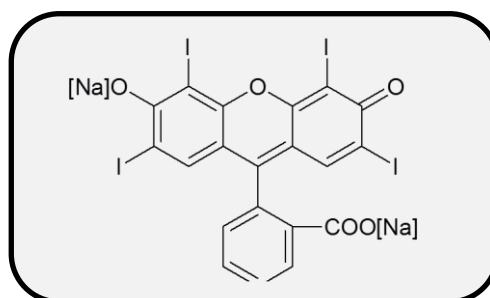


FIGURA 9 – Estrutura do corante eritrosina.

4.1.6 Corantes artificiais e seus malefícios a saúde

De uma forma geral, a mudança no hábito alimentar da população nas últimas décadas, tem chamado à atenção dos órgãos reguladores e da comunidade científica, pois a substituição de alimentos *in natura* por alimentos industrializados vem acarretando de forma significativa o empobrecimento da dieta. Com isso, há o aparecimento de doenças crônicas não transmissíveis, responsáveis, principalmente, pelas doenças do aparelho circulatório, diabetes e neoplasias, resultado das alterações no padrão de adoecimento global na segunda metade do século XX.

Apesar de a dieta ter sofrido alterações nos últimos anos, a tecnologia aplicada pela indústria de alimentos com o objetivo de aumentar o tempo de vida útil desses produtos levantou suspeitas quanto à segurança do uso de aditivos alimentares, principalmente quando se fala de corantes artificiais (MOUTINHO, 2007; POLÔNIO e PEREZ, 2009).

Vários estudos alertam sobre reações adversas aos corantes artificiais, sejam elas agudas ou crônicas, tais como reações tóxicas no metabolismo desencadeantes de alergias, de modificações no comportamento, em geral, e carcinogenicidade (observada a longo prazo) (POLÔNIO e PEREZ, 2009; POLLOCK, 1991).

Em 1906 surgiram as primeiras suspeitas de um possível potencial carcinogênico dos corantes artificiais. Observou-se um crescimento celular atípico em coelhos que tiveram o corante vermelho escarlata injetado sob a pele da orelha e foi verificado, em 1924, que a ingestão deste corante por camundongos podia provocar a formação de adenomas hepáticos (PRADO e GODOY, 2003). Contudo, ainda não existe concordância no uso de corantes artificiais entre os países. Enquanto nos Estados Unidos não são permitidos o uso dos corantes amaranth, azorrubina, ponceau 4R e azul patente, a União Europeia não permite o uso do corante verde rápido (ALISON e COLLINS, 2000).

Em relação à estrutura dos corantes azos, suspeita-se que produtos de degradação desses corantes sejam os responsáveis pelos tumores. Desde o início do século XX é proposto que moléculas originadas dos corantes azos

apresentam potencial carcinogênico, principalmente pela formação do amino azobenzeno (Figura 10) (PRADO e GODOY, 2003).

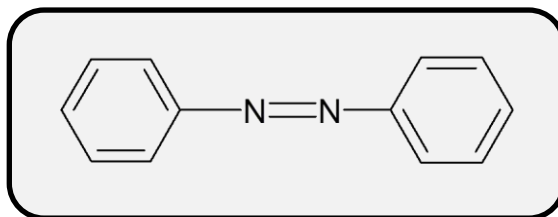


FIGURA 10 – Provável porção cancerígena dos corantes azos.

Uma pesquisa realizada para investigar o efeito do corante eritrosina na reprodução de camundongos machos e sua influência na espermatogênese concluiu que houve uma diminuição considerável nos níveis e na mobilidade de espermatozoides, e no aumento do número de espermatozoides com cabeças anormais. Aos camundongos administrou-se este corante, durante 21 dias, em diferentes concentrações. O corante eritrosina interferiu de forma significativa na espermatogênese por desencadear ação tóxica em células germinativas dos camundongos machos (ABDEL-AZIZ *et al.*, 1997).

Yamazaki e colaboradores mostraram que alguns corantes amarelos, dentre eles a tartrazina e o amarelo crepúsculo, podem inibir a síntese de tromboxano (responsável pela agregação das plaquetas e potentes agentes hipertensivos), e que alguns corantes vermelhos, usados no Japão, também podem interferir na coagulação sanguínea, assim como os amarelos (PRADO e GODOY, 2003).

Dentre várias manifestações, os corantes artificiais podem ocasionar hipersensibilidade. O corante amarelo tartrazina é adicionado a vários alimentos e bebidas. Sua estrutura é semelhante aos benzoatos, salicilatos e indometacina, ocorrendo à possibilidade de reações alérgicas cruzadas entre fármacos. Além disso, a tartrazina pode provocar hipercinesia (movimentação excessiva de um órgão ou parte do corpo) em pacientes hiperativos. A hipersensibilidade ao corante tartrazina ocorre em 0,6% a 2,9% da população, com incidência maior nos indivíduos atípicos ou com intolerância aos salicilatos. Urticária, broncoespasmo, rinite e angioedema, são as manifestações clínicas mais comuns.

O corante amarelo crepúsculo também pode induzir reações anafiláticas provocando angioedema, choque anafilático, vasculite (inflamação dos vasos sanguíneos), havendo a possibilidade de ocorrer reação cruzada entre o amarelo crepúsculo, paracetamol, ácido acetilsalicílico, benzoato de sódio e outros corantes do grupo azo (POLÔNIO e PERES, 2009).

Os aditivos alimentares, tais como corantes artificiais foram as substâncias mais citadas pelos pais e/ou responsáveis como culpados por ocasionar manifestações clínicas e aparecimento de reações adversas a alimentos, em uma pesquisa feita durante uma consulta médica de rotina de crianças holandesas com faixa etária entre 4 e 15 anos (ABRATES e PINHEIRO, 2010). Os corantes que mais se destacam nas alterações do comportamento humano são tartrazina, amaranto, ponceau 4R, eritrosina e caramelo amoniacal.

Há mais de trinta anos, Ben Feingold fez a primeira divulgação do suposto efeito dos corantes artificiais e outros aditivos alimentares na elevação da hiperatividade e agressividade no comportamento infantil (POLÔNIO e PERES, 2009).

Stevenson e colaboradores em 2007 concluíram que misturas de aditivos, normalmente encontradas em alimentos, que possuíam os corantes amarelo crepúsculo, azorrubina, tartrazina, ponceau 4R, amarelo quinoleína e vermelho 40, quando usadas em alimentos infantis, causavam aumento da hiperatividade em crianças na faixa etária de 3 a 9 anos. Os autores mostraram que o uso destes aditivos potencializava o comportamento como desatenção e impulsividade (STEVENSON *et al.*, 2007). Nos Estados Unidos também foi observado que a ingestão de corantes poderia estar relacionada com aumento do número de crianças com desordem de déficit de atenção, dificuldade de aprendizado e outros transtornos comportamentais, tais como, hiperatividade, desordem agressiva e deficiência emocional (PRESSINGER, 1997).

Uma pesquisa feita por Boris e Mandel mostrou o papel dos corantes e conservantes artificiais no surgimento do transtorno do déficit de atenção e hiperatividade. Os autores concluíram que os sintomas desapareceram, através de uma dieta de exclusão. Crianças com transtorno do déficit de atenção e hiperatividade mostraram uma resposta benéfica mais positiva com a dieta de eliminação do que as crianças que não foram anteriormente

diagnosticadas. Testes de exclusão e reposição, após uma controlada dieta de remoção dos corantes e conservantes, podem ajudar na identificação dos fatores que provocam o transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (BORIS e MANDEL, 1994).

Um estudo realizado com crianças hiperativas na faixa etária de 7 e 13 anos mostrou que 60% apresentavam aumento da hiperatividade quando ingeriram alimentos e bebidas coloridos artificialmente. Já o grupo controle, formado por crianças não hiperativas, obteve apenas 12% de relatos de problemas associados aos corantes. Acredita-se que a hiperatividade das crianças pode estar relacionada à diminuição de Zn e Fe no sangue e consequente aumento destes elementos na urina, quando comparados com crianças controle. Apenas as crianças hiperativas mostraram diminuição nos níveis de Zn no sangue e aumento de Zn na urina após ingerir os corantes tartrazina e amarelo crepúsculo. Vinte e três crianças ingeriram bebidas contendo tartrazina. Destas, 18 aumentaram os níveis de hiperatividade, 16 se tornaram agressivas, 4 violentas, 2 diminuíram seus movimentos, 12 tiveram diminuição da coordenação motora e 8 desenvolveram asma (PRADO e GODOY, 2003; WARD, 1997).

Dentre todos os efeitos adversos ocasionados por corantes permitidos no Brasil (Quadro 3), salientamos aqueles ligados à saúde infantil, preocupação que se encontra relacionada ao fato de ser esta categoria uma das mais, senão, a maior consumidora desses produtos. E nesse sentido, também vale ressaltar que as crianças apresentam maior suscetibilidade às reações adversas provocadas pelos aditivos alimentares e, consequentemente, aos corantes artificiais (POLÔNIO e PERES, 2009).

| Corantes | Aplicação | Efeitos adversos |
|----------------------------------|--|--|
| <u>Amaranto</u> | Cereais, balas, laticínios, geleias, recheios, xaropes, preparados líquidos, etc. | Deve ser evitado por pessoas sensíveis à aspirina. Esse corante já causou polêmica sobre sua toxicidade em animais de laboratório. Há estudos contraditórios quanto a seu potencial carcinogênico. |
| <u>Eritrosina</u> | Pós para gelatinas, laticínios, refrescos, geleias, etc . | Pode ser fototóxico. Contém 557mg de iodo por grama de produto. O consumo em excesso pode causar aumento de hormônio tireoidiano no sangue em níveis para ocasionar hipertireoidismo. |
| <u>Vermelho 40</u> | Alimentos à base de cereais, balas, laticínios, recheios, sobremesas, xaropes para refrescos, refrigerantes, geleias. | Pode causar hiperatividade em crianças em associado ao benzoato de sódio, eczema e dificuldades respiratórias. |
| <u>Ponceau 4R</u> | Frutas em caldas, laticínios, xaropes de bebidas, balas, cereais, refrescos e refrigerantes, sobremesas. | Deve ser evitado por pessoas sensíveis à aspirina e asmáticos. Podem causar anemia e aumento da incidência de glomerulonefrite (doença renal). Pode provocar hiperatividade em crianças em associado ao benzoato de sódio. |
| <u>Amarelo crepúsculo</u> | Cereais, balas, caramelos, coberturas, xaropes, laticínios, gomas de mascar, etc | A tinta azóica, em algumas pessoas, causa alergia, produzindo urticária, angioedema e problemas gástricos. |
| <u>Amarelo tartrazina</u> | Laticínios, licores, fermentados, produtos de cereais, frutas, iogurtes, balas, chicletes, gelatinas, refrescos artificiais. | Reações alérgicas em pessoas sensíveis à aspirina e asmáticos. Recentemente tem-se sugerido que a tartrazina em preparados de frutas causa insônia em crianças. Relatos de casos de afecção da flora gastrointestinal. Pode provocar hiperatividade em crianças em associado ao benzoato de sódio. |
| <u>Azul indigotina</u> | Goma de mascar, iogurte, balas, caramelos, pós para refrescos artificiais. | Pode causar náuseas, vômitos, hipertensão e ocasionalmente alergia e problemas respiratórios. |
| <u>Azul brilhante</u> | Laticínios, balas, cereais, queijos, recheios, gelatinas, licores, refrescos. | Pode causar hiperatividade em crianças, eczema e asma. Irritações cutâneas e constrição brônquica, quando associado a outros corantes. Deve ser evitado por pessoas sensíveis às purinas. |
| <u>Azorrubina</u> | Bebidas de framboesa, confeitaria balas, chicletes, gelatinas, refrescos artificiais. | Produz reações semelhantes ao corante tartrazina. |
| <u>Azul patente V</u> | Confeitaria, balas, chicletes, gelatinas, refrescos artificiais. | Pode causar hiperatividade em crianças, crises de asma, reações alérgicas similares à aspirina e outras intolerâncias. |

QUADRO 3 – Aplicações e efeitos adversos dos corantes permitidos para uso no Brasil (Adaptado de NETTO, 2009).

4.2 Introdução a Cromatografia

Entre alguns métodos modernos de análise, a cromatografia ocupa um lugar de destaque devido a sua facilidade em efetuar a separação, identificação e quantificação de substâncias puras ou em mistura. A cromatografia é uma técnica descrita há pouco mais de cem anos baseada na migração diferencial dos componentes de uma mistura. A diferença de migração ocorre devido à existência de diferentes interações, entre duas fases imiscíveis, a fase móvel e a fase estacionária. A grande possibilidade de combinações entre as fases móveis e estacionárias faz com essa técnica seja bastante versátil e de grande aplicabilidade (DEGANI *et al.*, 1998).

A cromatografia foi descrita pela primeira vez há pouco mais de 100 anos pelo botânico russo Mikhail Semenovitch Tswett. No período de 1899 a 1901 Tswett trabalhou em sua primeira pesquisa com a estrutura da clorofila das plantas, sendo que no ano de 1903 relatou uma nova categoria de análise adsortiva. O estudo de Tswett foi apresentado em forma de tratado para a Sociedade de Ciências de Varsóvia, no qual descreveu os resultados iniciais de seus estudos com extrato de folhas. (COLLINS, 2006). Nesse estudo, a passagem de éter de petróleo (fase móvel) através de uma coluna de vidro preenchida com carbonato de cálcio (fase estacionária), à qual se adicionou o extrato, levou à separação dos componentes em faixas coloridas. Este é possivelmente o motivo pelo qual a técnica é conhecida como cromatografia (chrom = cor e graphie = escrita), podendo levar à ideia errada de que o processo seja dependente da cor (DEGANI *et al.*, 1998; PEREZ, 2002).

Apesar desta pesquisa e de outras anteriores, que também poderiam ser apontadas como precursoras da utilização dessa técnica, a cromatografia foi praticamente ignorada até a década de 1930, quando foi redescoberta. A partir daí, vários estudos proporcionaram seu desenvolvimento e com os avanços tecnológicos levaram-na a um alto grau de sofisticação, resultando na potencial aplicação em muitas áreas.

A cromatografia pode ser usada para a identificação de substâncias ou misturas, por comparação com padrões previamente existentes, para a

purificação de compostos, separando-se as substâncias indesejáveis e para a separação dos componentes de uma mistura (DEGANI *et al.*, 1998).

Há quatro tipos principais de cromatografia: cromatografia em papel, cromatografia de camada delgada, cromatografia em fase gasosa e cromatografia líquida de alta eficiência. A escolha do tipo de cromatografia está relacionada com o tipo de material a ser isolado e, frequentemente, vários métodos cromatográficos podem ser utilizados para que seja obtido um composto puro (PEREZ, 2002).

4.2.1 Cromatografia em papel

A cromatografia em papel é uma das técnicas mais simples e que requer menos equipamentos para sua realização, sendo muito útil para a separação de compostos polares (PERES, 2002). Trata-se de uma técnica de partição líquido-líquido, no qual um deles está fixado a um suporte sólido. Essa partição baseia-se na diferença de solubilidade das substâncias entre duas fases imiscíveis, sendo geralmente a água um dos líquidos. O solvente é saturado em água e a partição ocorre devido à presença de água na celulose (papel de filtro) (DEGANI *et al.*, 1998).

O papel é formado por moléculas de celulose com alta afinidade pela água presente na mistura de solvente, mas muito pouca afinidade pela fase orgânica, agindo como suporte inerte contendo a fase estacionária aquosa (polar). À medida que o solvente contendo o soluto flui através do papel, uma partição deste composto ocorre entre a fase móvel orgânica e a fase estacionária. Desta forma, parte do soluto deixa o papel e é carregado pela fase móvel. Quando a fase móvel alcança uma seção do papel que não possui o soluto, o fenômeno de partição ocorre novamente, só que agora o soluto é transferido da fase móvel para a fase estacionária. Com o fluxo contínuo de solvente, o efeito desta partição entre as fases móvel e estacionária proporciona a transferência do soluto do seu ponto de aplicação no papel, para outro ponto localizado a alguma distância do local de aplicação no sentido do fluxo de solvente (PEREZ, 2002).

Vários trabalhos da literatura, voltados para o Ensino de Química, descrevem experiências e atividades utilizando a cromatografia em papel. São utilizadas diversas amostras, tais como: pigmentos de tecidos vegetais, extratos de frutas, pigmentos naturais, corantes artificiais, tinta de caneta, etc (LISBÔA, 1998; FRACETO e LIMA 2003; RIBEIRO e NUNES, 2008).

De um modo geral, não é possível identificar diretamente os corantes artificiais contidos em gêneros alimentícios. Eles devem ser extraídos, purificados e concentrados antes da identificação (TAKASHIMA *et al.*, 1988).

4.3 História em quadrinho como ferramenta didática no Ensino

No final do século XIX, as histórias em quadrinhos (HQs) tiveram sua veiculação inicial, falando sobre temas infantis e o cotidiano de pequenos animais. Elas podem ser definidas como histórias pequenas, bem humoradas, de aspectos lúdicos e linguísticos onde a recurso visual é privilegiado. Desde então estamos acostumados a ler, em forma de HQs, desde os super-heróis fantásticos até personagens que são usados para criticar a política e a situação social e econômica do mundo. As histórias em quadrinhos possuem público-alvo de faixas etárias diferentes, difundidas entre crianças, jovens e adultos (JARCEM, 2007).

De acordo com Pizarro (2009), a aceitação dos quadrinhos em outras esferas sociais como movimentos sindicais, empresas, indústrias, igreja e outras instituições, levou os educadores a refletirem sobre a forma com que esse material poderia ser usado como recurso pedagógico em sala de aula. O uso de leitura e criação das histórias em quadrinhos não é só visto como atividade de divertimento, mas também como parte importante do processo de aprendizagem das disciplinas em que se enquadravam (PIZARRO, 2009).

Com base, no retorno por parte dos alunos da importante contribuição dada pelas HQs em sala de aula, professores das áreas de línguas, artes e humanas, bem como das disciplinas de história, passaram a utilizar o rico material comercial ou não disponível com mais frequência em suas aulas. No estudo de Caruso e Silveira (2009), os quadrinhos são utilizados para integrar

conhecimento científico e produção artística, contribuindo para a construção de um espírito crítico e uma leitura de cidadania para os alunos (CARUSO e SILVEIRA, 2009).

O espaço e o respeito às histórias em quadrinhos em salas de aula está aumentando, uma vez que seu emprego criativo foca novos leitores e incentiva a criação e a contextualização. As HQs se tornam um forte aliado pedagógico, porque propicia ao aluno o contato com narrativas desde o começo do aprendizado à aquisição de novas linguagens. Os alunos, tanto crianças quanto adolescentes, acompanham as histórias do início ao fim e compreendem o tema central, os personagens, a noção de tempo e espaço sem a necessidade de muitas explicações ou fechamento das ideias.

Além dessas características inerentes às histórias em quadrinhos, outra que pode ser interessantíssima, é que elas podem incentivar e estimular aqueles alunos que se opõem à leitura e ao aprendizado. Na HQs há uma maior interação entre o leitor com a história, devido ao estilo literário que é de fácil compreensão para o estudante. É como se as HQs falassem a língua dos leitores, como se conhecessem, e os identificassem. Com isso, elas fornecem ao estudante um texto que combina diversos atrativos, como imagens empregadas com texto para representar simbolismos, pontos de vista, drama, humor, sátira, tudo isto num só texto (BANTI, 2012).

Segundo Kamel (2006), a utilização das HQs, no contexto escolar, possibilita a ampliação de leituras e interpretações do mundo, mas ao mesmo tempo, por se tratarem de publicações de cunho popular, estão diretamente ligadas ao contexto do aluno, levando-o à identificação cultural com esse tipo de material (KAMEL, 2006).

O uso de metodologias de histórias em quadrinhos nas aulas de ciências já vem sendo experimentada por outros autores principalmente nas disciplinas de física e matemática, porque há grande aversão por parte de muitos alunos a estas disciplinas (TESTONI, 2000; MISKULIN *et al.*, 2006; BRAZ e FERNANDES, 2009).

Nas ciências da natureza, várias propostas didáticas usando HQs na área de física foram divulgadas, tendo como destaque a motivação dada a uma disciplina considerada difícil pelos estudantes. Ainda é pequena a divulgação das HQs em aulas de Química. Porém, em uma pesquisa realizada por Soares

(2004), sobre as impressões de professores e alunos das Ciências Físico-Químicas em Portugal, foi constatado que as histórias em quadrinhos como um recurso para criação de aulas, torna-as mais atrativas, diferenciadas e eficazes.

Em seu estudo, Soares (2004) traz o gênero história em quadrinhos como uma das atividades lúdicas, onde os personagens estão voltados para ensinar conceitos científicos para o nível fundamental (1º a 8º série), além de apresentar uma história em quadrinhos, desenvolvido por ele, para ensinar como devem ser usadas as vidrarias de laboratório (SOARES, 2004).

Outra proposta no Ensino de Química foi realizada por Matos (2008), durante os anos de 2005 a 2007, onde o autor utilizou HQs em suas aulas de Química. Este autor percebeu que a representação de fenômenos restritos à ciência por meio de quadrinhos mostrou-se eficaz, no que ele chamou de “alfabetização científica” nos conteúdos de história da química e funções químicas (MATOS, 2008).

Criar novas formas de ensinar e estabelecer novas práticas pedagógicas são discursos comuns nos seminários educacionais dos cursos de licenciatura. Quando estes discursos são trazidos para as disciplinas de exatas (Física, Química e Matemática) se fala sobre a necessidade de humanizar os seus “complexos conteúdos” trazendo-os para mais próximo da realidade do cotidiano de nossos alunos. É também feita menção que nas aulas de Física e Química faz-se necessário uma grande capacidade de raciocínio abstrato para compreensão dos conteúdos a respeito de coisas aparentemente não observáveis (FERREIRA *et al.*, 2009).

O uso das HQs representa uma nova alternativa na aprendizagem, capaz de melhorar a relação do aluno com a escola, motivando, entre outras coisas, a preferência pela leitura, à curiosidade e o interesse em encontrar respostas usando a sua imaginação (CABELLO e MORAES, 2010).

5. METODOLOGIA

Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico com o objetivo de analisar as propostas metodológicas para abordagem do conceito de cromatografia em papel, no Ensino Médio, de corantes presentes em alimentos. Foi feita uma avaliação se os autores preocuparam-se em alertar os alunos sobre os prejuízos causados pelo consumo excessivo desse aditivo.

Os trabalhos foram analisados para ver se eles focalizavam o problema dos efeitos adversos causados pelo consumo excessivo dos corantes e como estes trabalhos estavam sendo abordados no Ensino de Química. As propostas pedagógicas dos artigos auxiliaram na organização de uma metodologia que relacionasse o Ensino de Química com a Educação Alimentar.

A metodologia proposta associa à cromatografia em papel de corantes presentes em doces e os efeitos adversos causados pelo consumo excessivo de corantes. O trabalho foi desenvolvido com alunos do 1º ano do Ensino Médio do Colégio Estadual José Veríssimo localizado no município de Magé-RJ, buscando introduzir essa experimentação no tópico métodos de separação. A aprendizagem do tópico métodos de separação pela contextualização do tema e através do uso abusivo de aditivos abordada em sala de aula teve como objetivo promover a conscientização alimentar nos alunos.

A partir da experimentação de cromatografia em papel de corantes presentes em doces nas escolas, foi possível abordar os problemas dos efeitos adversos causados pelo consumo excessivo desses aditivos. Para isso, foi realizado um levantamento bibliográfico para se saber por que os corantes são utilizados pelas indústrias, suas funções, os principais alimentos nos quais são adicionados corantes, seus efeitos adversos, dentre outros.

Paralelo à preparação da experimentação foi confeccionada uma cartilha educativa no formato de história em quadrinho, na qual os prejuízos causados pelo consumo excessivo de corantes, tanto os que são permitidos como os que são proibidos em determinados países foram abordados. Essa cartilha também aborda o procedimento experimental e a importância da cromatografia em papel de corantes alimentícios.

A atividade foi dividida em três momentos, primeiramente foi realizada uma pesquisa para identificar quais os corantes mais consumidos pelos alunos, no segundo momento foi realizada uma discussão com os alunos sobre os assuntos que envolvem a temática de corantes e o experimento e no último momento foi realizada, com os alunos, a cromatografia em papel de corantes.

Essa proposta foi realizada com alunos do 1º ano, iniciando-se com a aplicação de um questionário para a identificação das marcas das balas, chicletes, pirulitos, pastilhas de chocolate, amendoins e gelatinas, mais consumidas por eles. Esse questionário foi de grande importância para sabermos quais são os corantes mais consumidos pelos alunos.

Em seguida, antes da realização da prática de cromatografia de corantes em papel, realizou-se uma apresentação de slides, discutindo com alunos os principais temas sobre corantes, história, suas aplicações, corantes naturais versus artificiais, seus prejuízos a saúdes, os limites de ingestão diária, entre outros. Seguida da distribuição da cartilha “*Que cor tá minha língua?*”. E por fim, abordaram-se com os alunos as questões sobre o experimento.

Depois das discussões, os alunos foram divididos em pequenos grupos, e cada grupo recebeu um kit com o material necessário para o experimento, além de um roteiro experimental, com os materiais utilizados, o procedimento experimental e uma pequena avaliação para ser entregue ao término da atividade. Toda a atividade foi realizada aproximadamente em 60 minutos.

6. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

6.1 Cromatografia em papel de corantes presentes em doces e gelatinas

Materiais^{2, 3}

- 1) Vasilha plástica transparente retangular ou quadrada (pequena);
- 2) Pincel pequeno com ponta arredondada;
- 3) Papel de filtro de café;
- 4) 1 lápis preto, tesoura e régua;
- 5) Copos de café transparente;
- 6) Palitos de dente;
- 7) Balas, chicletes, pirulitos, pastilhas de chocolates, amendoins e gelatinas.

Reagentes³

- 1) Vinagre doméstico branco;
- 2) Água.



FIGURA 11: Materiais utilizados para a experimentação.

² Todos os materiais descritos podem ser encontrados facilmente em supermercados, mercearias e lojas de doces.

³ O lápis, a tesoura e a régua podem ser encontradas em papelarias a preços acessíveis, além de serem materiais utilizados frequentemente pelos alunos.

Metodologia para cromatografia de corantes alimentícios

Confecção do papel cromatográfico

Para preparar as plaquinhas (ou tiras) de cromatografia em papel, se corta um pedaço de papel de filtro de café, na forma de um retângulo 8 X 6 cm que caiba em uma vasilha retangular ou material similar, de modo que o papel fique afastado 1 cm das laterais da vasilha em ambos os lados, e a 1 cm da borda. Em seguida, marcar com lápis uma linha na horizontal que esteja afastada 1,5 cm da base inferior do papel e uma linha na horizontal que esteja afastada 0,5 cm da base superior. Na plaquinha deve-se fazer 5 colunas, 2 cm distantes uma da outra, dobrando-se, em seguida, o papel na forma de sanfona (Figura 12).

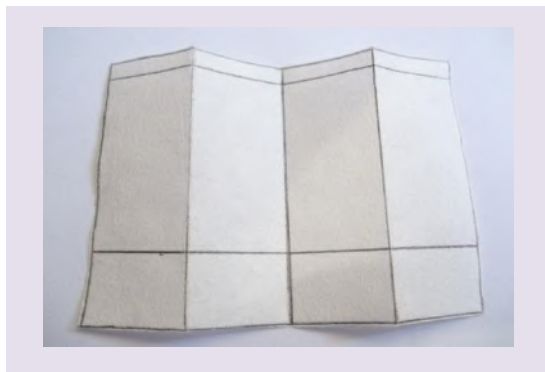


FIGURA 12: Papel de filtro cortado na forma sanfonada.

Extração dos corantes presentes em gelatinas

A gelatina é dissolvida em água e, em seguida, filtra-se a solução obtida, a temperatura ambiente, em funil com papel de filtro de café. O filtrado deve ser recolhido e posteriormente usado na cromatografia (Figura 13). Para meia embalagem de gelatina usa-se cerca de 100 mL de água (1/2 xícara).



FIGURA 13: Materiais utilizados para a extração dos corantes presentes nas gelatinas.

Extração dos corantes presentes em doces

Com o auxílio de um pincel e aproximadamente 4 mL de vinagre doméstico, em um recipiente como um copo descartável, a cor do doce é removida com várias pinceladas (Figura 14).

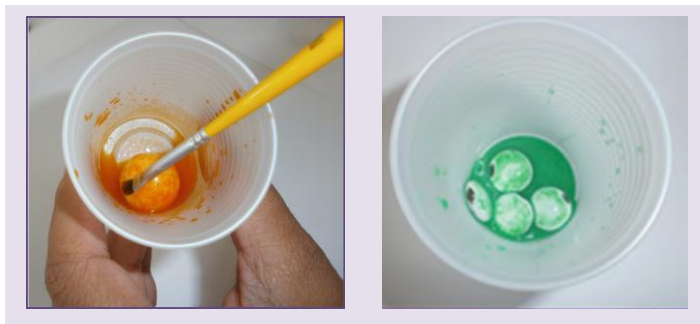


FIGURA 14: Remoção do corante dos doces.

Separação dos corantes no papel de filtro

Para a aplicação do corante no papel cromatográfico mergulha-se a ponta do palito de dente no recipiente com o corante (Figura 13 e 14). Com esse mesmo palito aplica-se certa quantidade do corante na linha traçada sobre o papel de filtro. Repete-se esse mesmo procedimento para os doces e gelatinas de outras cores com novos palitos de dente. Anotar com lápis o nome da cor embaixo de cada ponto aplicado (spot) (não use caneta!).

Ponha água no béquer ou vasilha, de modo que seu fundo seja preenchido com um pequeno volume (a quantidade de água deve atingir a altura de cerca de 0,5 cm). Leve o papel com os spots coloridos a vasilha com a água. O papel deve ficar com sua borda inferior mergulhada na água, sem que ela tenha contato com os spots dos corantes.

A base do papel deve ser deixada o mais reta possível para que as manchas migrem ao mesmo tempo e não se espalhem (Figura 15). Deixe a água subir pelo papel. Quando ela chegar próximo ao topo, remova o papel do recipiente e deixe-o secar ao ar.

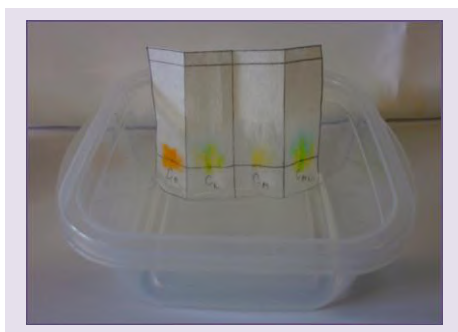


FIGURA 15: Corrida cromatográfica.

7.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1 Perspectivas da proposta pedagógica

A abordagem pedagógica proposta por este trabalho baseou-se na discussão entre os temas *consumo excessivo de corantes* e *cromatografia em papel*, buscando desenvolver uma atividade contextualizada voltada para o Ensino de Química.

Com os avanços tecnológicos ocorreu uma crescente produção de alimentos industrializados ou processados e, conseqüentemente, o aumento do uso de aditivos como os corantes, com a finalidade de tornar os alimentos mais atrativos. Devido à maior parte desses alimentos destinarem-se a crianças e a adolescentes, decidiu-se trabalhar com esta temática com objetivo de levar tais discussões para sala de aula, ajudando a desenvolver nos alunos uma visão crítica em relação a questões ligada a qualidade de vida, como a alimentação.

Em relação ao uso crescente de corantes, assim como outros temas que envolvem a questão da alimentação, é de extrema importância levar os alunos a fazerem algumas reflexões, como exemplo *até que ponto a aparência de um produto é o fator principal?, qual o “preço” que se paga por consumir um alimento visivelmente atrativo?, quais são os efeitos adversos relacionados a essa ingestão, quais são os impactos ambientais, sociais e econômicos que permeiam a fabricação desses corantes e como a Química estabelece relações com essas questões?*

É importante mostrarmos aos alunos que a Química está presente nos alimentos que eles consomem diariamente, e que se não fosse pelo uso de alguns corantes em determinados alimentos, muitas das vezes, a primeira vista, estes não poderiam ser identificados. Como por exemplo, corantes adicionados em sucos para restaurar a cor perdida pela fruta durante o processo de fabricação.

Discutir com os alunos que a modificação na estrutura dos corantes ocorre através de reações químicas e proporciona com isso uma variedade de tonalidades de cores presentes nos alimentos ingeridos diariamente por eles.

Através destas discussões, dentre tantas outras, é possível mostrar para os alunos que de fato a Química está presente no dia a dia deles, até no ato corriqueiro de comer doces.

Trazer para a sala de aula temas e discussões que estão presentes no cotidiano dos alunos faz com que o processo de ensino e aprendizagem se torne mais significativo e atrativo, mostrando aos alunos a importância de se estudar essa Ciência e como a mesma pode influenciar e ajudar nas tomadas de decisões da nossa vida e da sociedade.

Essa ligação entre conteúdo e realidade é bastante defendida por pesquisadores como Paulo Freire (2009) e Silva (2003). Estes autores em seus trabalhos afirmam que o aluno possuirá um comportamento ativo na sociedade quando for estimulado dentro de um ambiente educacional a enfrentar questões do seu cotidiano.

De acordo com as mesmas ideias desses autores, a temática dos corantes também possibilita desenvolver nos alunos responsabilidades sociais referentes à agregação de conhecimento na defesa da qualidade de vida e dos direitos do consumidor. Uma maneira de colocar isso em prática seria através da notificação de fraudes em produtos alimentícios ou em suas embalagens por órgãos responsáveis ou mesmo a simples redução do consumo desses alimentos, considerando seus efeitos adversos.

O uso de abordagens contextualizadas no Ensino de Química é constantemente defendido por pesquisadores da área de educação, assim como pelos PCN's, como uma forma de ajudar e facilitar o processo de aprendizado dos conteúdos através das vivências sociais e necessidades diárias dos alunos.

A prática de atividades contextualizadas é um dos caminhos para que ocorra a participação do indivíduo na sociedade. Mas para que isso aconteça é necessário que, em um ambiente educacional, o educador estabeleça uma relação entre o conteúdo escolar e o contexto no qual o aluno está inserido, como propomos na abordagem dos corantes através da experimentação de cromatografia em papel.

Mortimer e Machado (2003) afirmam que a repetição de fórmulas e exercícios mecânicos acaba afastando a Química de suas aplicações na sociedade. Eles defendem que o ensino significativo e de qualidade é aquele

que relaciona os conceitos escolares com as questões do dia a dia. Nós neste trabalho defendemos, assim como Mortimer e Machado, a experimentação através da cromatografia em papel de corantes presentes em doces. Esta por ser uma técnica rotineira de análise, mostra aos estudantes uma aplicação prática da Química, que de uma forma simples e atrativa, com materiais e produtos do dia a dia, pode estabelecer uma relação do conteúdo escolar com o cotidiano deles.

A proposta de separação em papel de corantes presentes em doces poderá auxiliar educadores a saírem de aulas tradicionais e conteúdistas, distantes da realidade do aluno, trazendo para salas de aula discussões atuais como o consumo excessivo de aditivos como os corantes, seus efeitos adversos, os impactos ambientais, sociais e econômicos que permeiam a fabricação desses corantes. Isto permitirá que os alunos percebam que a Química de fato pertence ao dia a dia deles, e que de uma maneira prazerosa pode ser compreendida e melhor assimilada.

7.2 Adaptação da experimentação de cromatografia em papel

A aplicação de atividades experimentais, dentre outras, é um recurso que tem sido assiduamente pontuada por pesquisadores da área de Ensino de Química, assim como pelos PCN's, como uma forma de auxiliar e facilitar o processo de aprendizado dos conceitos químicos. Com esse recurso o aluno pode compreender na prática, com mais facilidade, fenômenos que são descritos na teoria. Este entendimento se torna cada vez mais significativo e proveitoso para os alunos quando são propostas atividades voltadas para problemas reais e atuais e, principalmente, questões do cotidiano deles.

Ao se trabalhar problemas reais como questões ligadas a alimentação e a saúde, questões ambientais e desenvolvimento tecnológico, o aluno começa a perceber que ele é um agente ativo do meio em que vive, e que suas ações devem ser tomadas com responsabilidade porque elas possuem o poder de influenciar e modificar a sua própria realidade, sendo um ponto de partida para tomadas de atitudes mais conscientes.

Essa visão também é defendida por Fonseca (2001). Para este autor, o exercício pleno da cidadania será alcançado pelos alunos quando eles conseguirem ver que a Química está presente em todos os acontecimentos do dia a dia, na formação do ser humano, no que é consumido e no ambiente.

As atividades experimentais são uma excelente ferramenta para a criação e resolução de problemas reais e atuais que permitem a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação, por exemplo. Nessa perspectiva, o conceito químico a ser trabalhado, muitas das vezes se caracteriza como resposta aos questionamentos feitos pelos estudantes ou induzidos pelo professor durante a interação com a atividade realizada.

Este trabalho propôs como atividade experimental a cromatografia em papel de corantes presentes em doces e a discussão de um problema atual que é o consumo crescente desses aditivos. Essa proposta se insere no tópico *métodos de separação*, ministrada no 1º ano do Ensino Médio.

A experimentação de cromatografia em papel foi completamente adaptada com materiais de baixo custo e de fácil acesso para ser uma metodologia aplicável em escolas que não dispõem de recursos como laboratórios e vidrarias.

Como descrito no procedimento experimental, utilizou-se filtro de café (de papel) como papel cromatográfico, vasilhas plásticas ao invés dos béqueres e palitos de dente como capilares. Devido a grande solubilidade dos corantes em água, ela foi utilizada como eluente.

Um dos artifícios no dia a dia de laboratório, ao se trabalhar com cromatografia em camada delgada ⁴, é a adição de uma pequena quantidade de ácido ao eluente, muitas das vezes o acético, a fim de melhorar a separação dos componentes no decorrer da corrida cromatográfica. Pensando nisso, os corantes presentes nos doces e nas gelatinas foram removidos com o auxílio do vinagre. A protonação dos corantes pelo ácido acético (vinagre) é capaz de provocar mudanças no comportamento dos seus componentes, e na migração deles no papel de filtro, melhorando a separação a visualização das cores.

⁴ A cromatografia em camada delgada (CCD) é uma técnica de adsorção líquido-sólido. Nesse caso, a separação se dá pela diferença de afinidade dos componentes de uma mistura pela fase estacionária.

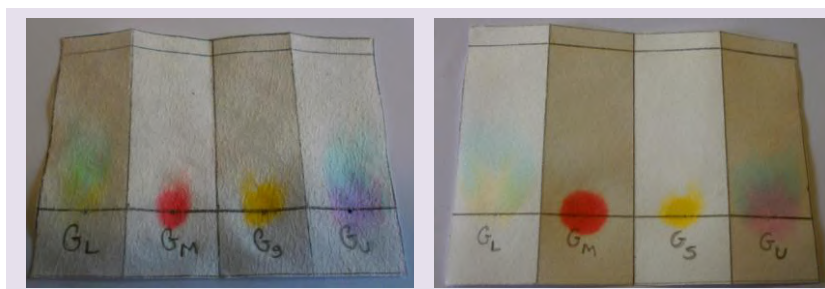
É importante ressaltar que não se deve usar caneta para escrever no papel cromatográfico, pois a tinta da caneta é formada por vários pigmentos. Estes em contato com o eluente na corrida cromatográfica podem se separar e apresentar várias tonalidades de cores. E como o objetivo da prática é a separação dos corantes presentes nos doces e não dos pigmentos da caneta, é mais adequado nesse caso à utilização de lápis. Há na literatura trabalhos que descrevem a separação dos pigmentos presentes em canetas esferográficas e canetas hidrocor por cromatografia em papel (LISBÔA, 1988).

O experimento se mostrou útil porque trouxe para sala de aula a discussão de conceitos de solubilidade, interações moleculares, separação de misturas, partição e adsorção. Dentre esses conteúdos, alguns são normalmente trabalhados mais minuciosamente em séries posteriores como polaridade de moléculas orgânicas e interações de London. Cabe ao professor aproveitar essa atividade com exemplos enriquecedores.

De acordo com as figuras 16-19, a cromatografia em papel possibilitou a visualização da separação das cores de dois ou mais corantes presentes em um único doce. Neste trabalho, escolheu-se extrair os corantes de gelatinas, chicletes, pastilhas de chocolates e amendoins. A seleção dos doces foi em função desses alimentos serem consumidos diariamente por estudantes e pela facilidade da remoção dos corantes.

A facilidade da remoção dos corantes presentes nos chicletes, pastilhas de chocolates e amendoins, ocorreu porque os corantes, nestes casos, estão presentes na camada externa do doce. Com uma simples agitação e pinceladas com uma pequena quantidade de vinagre, a camada superficial colorida do doce é facilmente removida. Já na extração dos corantes presentes na gelatina, foi necessário realizar uma filtração a fim de concentrar o corante existente no alimento, e para que a goma da gelatina não atrapalhasse a corrida cromatográfica.

Papel cromatográfico de corantes presentes em gelatinas

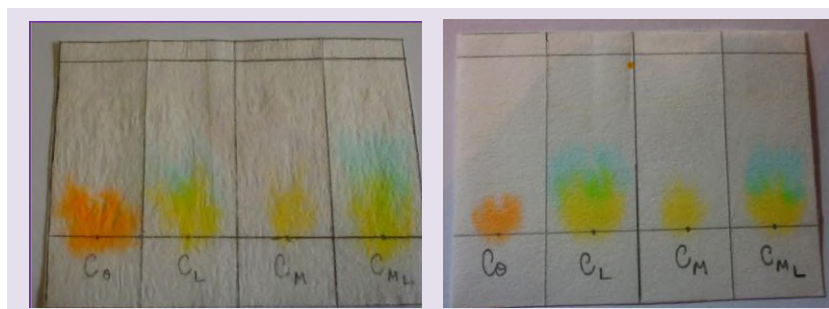


Legenda

- GL – gelatina de limão
- GM – gelatina de morango
- GS – gelatina de maracujá
- GU – gelatina de uva

FIGURA 16: Papel cromatográfico de corantes presentes em gelatina feito com papel de filtro de café e papel whatman nº 9, respectivamente.

Papel cromatográfico de corantes presentes em chicletes

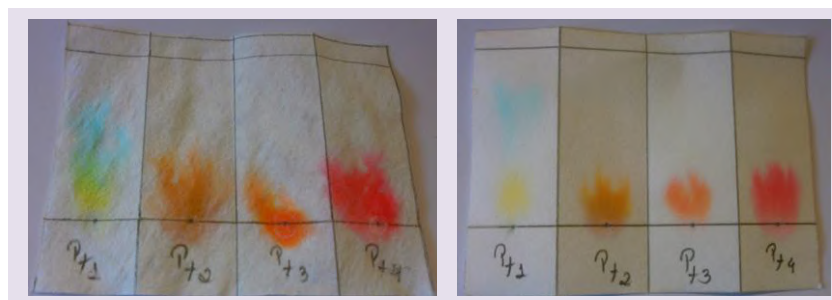


Legenda

- Co – chiclete de laranja
- CL – chiclete de limão
- CM – chiclete de melão
- CML – chiclete melancia

FIGURA 17: Papel cromatográfico de corantes presentes em chicletes feito com papel de filtro de café e papel whatman nº 9, respectivamente.

Papel cromatográfico de corantes presentes em pastilhas de chocolate

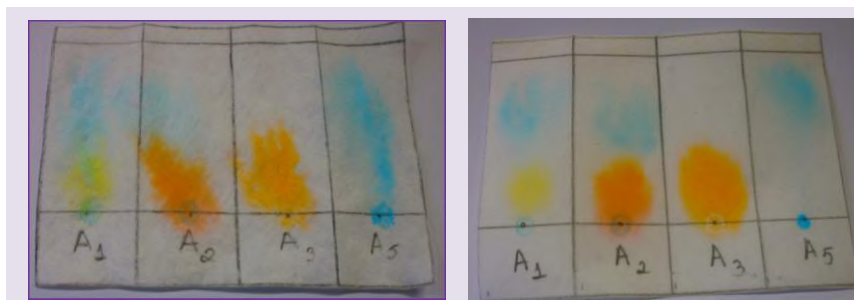


Legenda

- Pf₁ – pastilha verde
- Pf₂ – pastilha marrom
- Pf₃ – pastilha laranja
- Pf₄ – pastilha vermelha

FIGURA 18: Papel cromatográfico de corantes presentes em pastilhas de chocolate feito com papel de filtro de café e papel whatman nº 9, respectivamente.

Papel cromatográfico de corantes presentes em amendoins



Legenda

- A₁ – amendoim verde
- A₂ – amendoim marrom
- A₃ – amendoim laranja
- A₅ – amendoim azul

FIGURA 19: Papel cromatográfico de corantes presentes em amendoins com papel de filtros de café e papel whatman nº 9, respectivamente.

De acordo com os papéis cromatográficos das figuras 16-19 percebeu-se em alguns spots ⁵ uma nítida separação dos corantes e outros a mistura de cores. Analisando a tonalidade verde em todos os papéis cromatográficos é visivelmente separada pelos corantes azul e amarelo, provavelmente pelo fato desses corantes possuírem afinidades diferentes com o eluente e a fase estacionária. Observando-se a migração desses corantes pode-se afirmar que o corante azul por está mais afastado da base do papel possui mais afinidade com a água (o eluente) e o corante amarelo por estar mais próximo ao papel tem mais afinidade com a fase estacionária (o papel).

Em relação à figura 16 que mostra a migração dos corantes presentes na gelatina de uva também há, como na cor verde, a nítida separação dos corantes vermelho e azul que compõem a tonalidade roxa. Novamente o corante azul está mais afastado da base evidenciando-se uma maior interação com o eluente e o corante vermelho mais abaixo (preso ao papel) mostrando sua maior interação com a fase estacionária.

A formação das tonalidades roxo, verde e laranja podem ser vistas no círculo cromático na figura 20 pela união das cores primárias e seus respectivos comprimentos de onda.

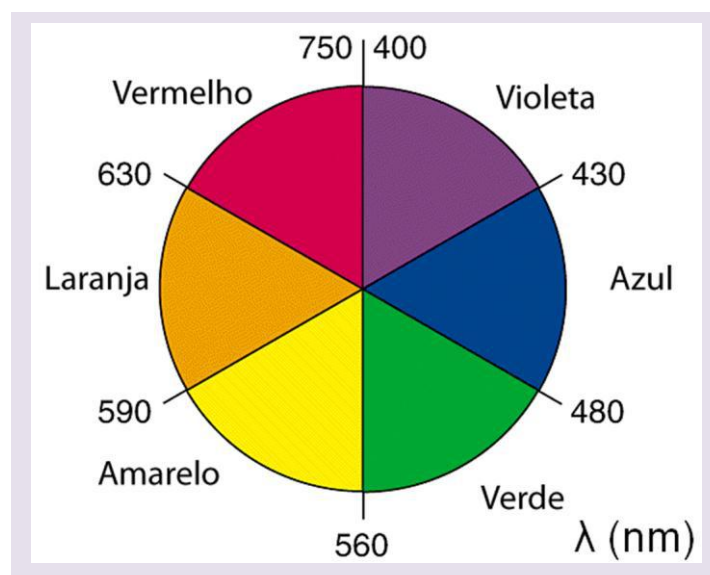


FIGURA 20: Círculo cromático.⁶

⁵ Aplicação da substância no papel cromatográfico.

⁶ http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fb/C%C3%ADrculo_Crom%C3%A1tico.gif

Em algumas tonalidades de cores como a marrom e a vermelha é visível a presença de diferentes corantes, porém não se observa sua separação tão nitidamente quanto a tonalidade verde. Isso pode ocorrer pelo fato desses corantes possuírem estruturas muito parecidas e apresentarem comportamento semelhante durante a eluição. De acordo com a figura 6, o corante ponceau 4R e o amaranto (ambos de cores vermelhas, mas tonalidades diferentes) apresentam diferenças na posição do grupo $-\text{SO}_3[\text{Na}]$. Havendo com isso uma possível explicação para que esses corantes em um mesmo alimento não tenham se separado facilmente.

Com a utilização de outros solventes e uma mudança no eluente, esses corantes poderiam ser separados. Contudo, esses artifícios não foram utilizados, pois a proposta trabalha com materiais de fácil acesso, disponíveis a professores que não dispõem de recursos de laboratório. A escolha da água como eluente se deu pelo fato de ser um solvente não tóxico, de fácil acesso e manuseio e pelo fato dos corantes apresentarem boa solubilidade.

Não foi possível traçar uma relação entre a migração das cores com os corantes e suas respectivas estruturas, pois em um mesmo alimento são usados corantes de tonalidades muito próximas. Nesse caso, seria necessário, um método quantitativo mais preciso para fazer essas comparações até em nível de polaridade.

Como papel cromatográfico utilizou-se o papel de filtro de café, devido a sua disponibilidade e também papel de filtro de laboratório (whatman nº 9) (para professores que dispõem desse recurso). Comparando os dois papeis pode se perceber que, por as fibras do papel de filtro whatman nº 9 serem mais uniformes, o corante fica visivelmente mais nítido do que nas fibras do papel de filtro de café, no qual as cores ficam mais espalhadas.

De posse dessas discussões conclui-se que a separação de cores visualmente percebida após a corrida cromatográfica possibilita ao professor levantar uma série de discussões com os alunos, como por exemplo, porque ocorre a separação desses corantes, porque há diferenças na migração deles no papel, porque determinadas cores não se separam em duas ou mais tonalidades. Essas questões facilitam a compreensão pelos alunos dos conceitos de composição de misturas, estrutura química, interações moleculares, afinidades, dentre outros.

7.3 Realização da atividade na escola

O trabalho foi realizado com 72 alunos (três turmas) de 1º ano do Ensino Médio da Escola Estadual José Veríssimo, no município de Magé-RJ no mês de novembro de 2013.

A atividade foi dividida em três momentos, primeiramente foi realizada uma pesquisa para identificar quais os corantes mais consumidos pelos alunos, no segundo momento foi realizada uma discussão com os alunos sobre os assuntos que envolvem a temática de corantes e o experimento, seguida da distribuição da cartilha em forma de história em quadrinho “*Que cor tá minha língua?*” e no último momento foi realizada, com os alunos, a cromatografia em papel de corantes.

No início da atividade, foi entregue aos alunos uma pesquisa, onde eles responderam quais são os chicletes, balas, pastilhas de chocolate, amendoins e gelatinas mais consumidos por eles. Essa pesquisa teve como objetivo identificar quais são os corantes mais consumidos pelos alunos. O formulário de pesquisa e a autorização para a participação encontram-se em anexo. (ANEXO C e D).



FIGURA 21: Alunos respondendo a pesquisa.

No segundo momento foi realizada a discussão com os alunos sobre as questões que envolvem os corantes e a experimentação, com auxílio de uma apresentação em slides. Os assuntos principais abordados nessa discussão foram: a importância da cor nos alimentos (efeito atrativo), a definição de corantes, quais são os motivos da sua utilização pelas indústrias, questões relacionadas à suas estruturas e consequentemente, as suas cores, seus prejuízos à saúde, corantes permitidos e proibidos, o limite de ingestão diária, consumo de alimentos *in natura* e corantes naturais como alternativas aos corantes artificiais (Figura 22).

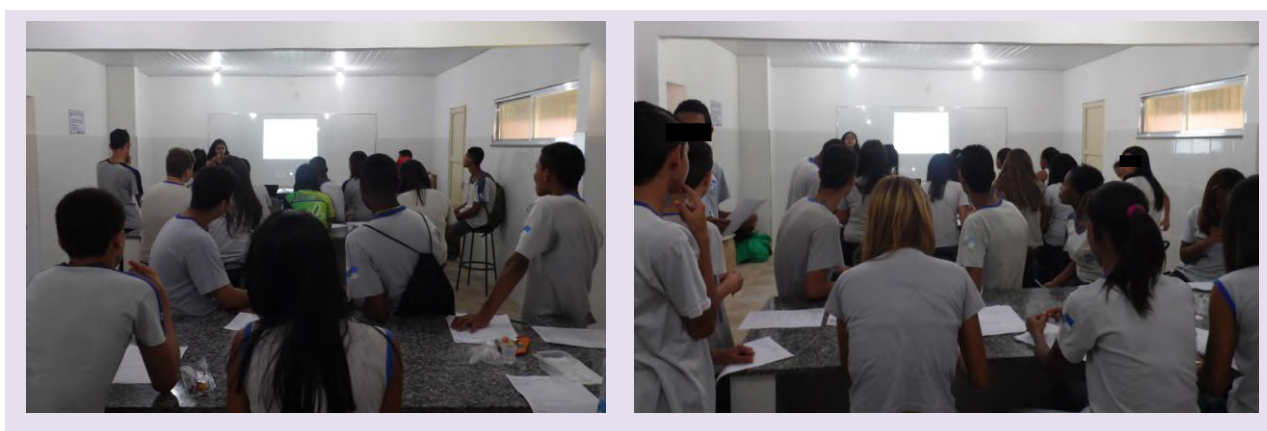


FIGURA 22: Discussão sobre a temática.

A discussão se iniciou com uma dinâmica, no qual os alunos deveriam relacionar as porcentagens (87%, 9% e 4%) com os grupos de sentidos (audição; visão; tato, paladar e olfato) na hora de escolher algo para consumir.

Em todas as turmas foi praticamente unânime que os 87% das nossas percepções na hora do consumo estavam voltadas para o grupo dos sentidos tato, paladar e olfato. Os alunos se surpreenderam ao saberem que, na verdade, 87% das nossas percepções na hora do consumo estão voltadas para a nossa visão. Com objetivo de reforçar essa informação e deixá-la mais divertida foram expostas algumas imagens de alimentos coloridos artificialmente, como: batata frita verde, bife azul, laranjas verdes, azuis e roxas. Foi discutido com os alunos que se não fosse pela nossa visão, poderíamos acabar comendo esses alimentos, pois o gosto o cheiro e a textura muitas das vezes não seriam alterados com adição dos corantes.

No decorrer da conversa foi mostrado aos alunos que os corantes artificiais possuem estruturas semelhantes, com pequenas diferenças introduzidas em suas estruturas através de reações químicas com o propósito de haver uma mudança na tonalidade das cores. Nessa conversa foi importante mostrarmos aos estudantes que a Química é responsável por inúmeras cores presentes nos alimentos que comemos. Existe uma variedade de tons de vermelho, azul, amarelo por haver a modificação e alterações nessas estruturas.

Em relação à discussão e participação dos alunos pode-se perceber que eles se mostram interessados com a temática abordada, principalmente em relação a alguns corantes que são proibidos em países como Estados Unidos, Canadá, União Europeia, e seus efeitos adversos como potencial carcinogênico e transtornos de hiperatividade. Outro fator que chamou bastante a atenção dos alunos quando se discutiu alternativas ao uso de corantes artificiais foi o fato do corante natural carmim de conchonilha ser extraído de insetos da espécie *Dactylopius coccus*.

Depois de conversar sobre os principais aspectos dos corantes artificiais e seus efeitos adversos, foi proposto aos alunos diminuir o consumo de alimentos com esses tipos de corante e substituí-los por alimentos *in natura* ou produtos com corantes naturais.

Dentro dessa abordagem foi entregue aos alunos uma cartilha ilustrativa na forma de história em quadrinho, ressaltando de forma bem simples e acessível os principais aspectos dos efeitos adversos dos corantes artificiais, além do estímulo ao consumo de alimentos *in natura*. Na história em quadrinho é proposto que os próprios alunos façam a experimentação de cromatografia em papel. Nela, está descrito o roteiro completo e os materiais necessários para a realização da prática, além de uma explicação simples sobre a técnica de cromatografia (FIGURA 23).

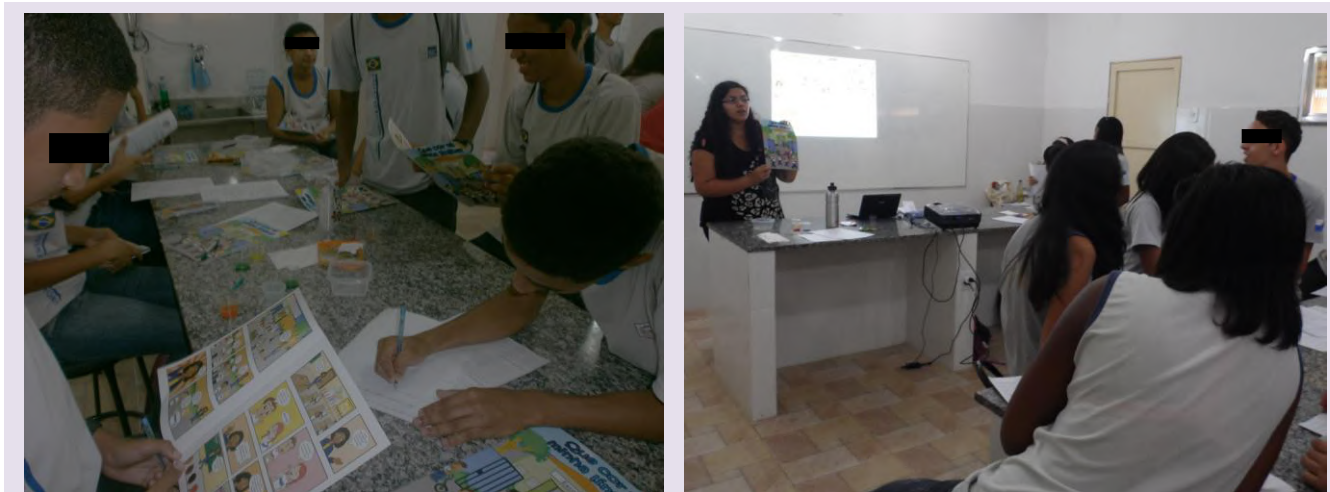


FIGURA 23: Distribuição da cartilha ilustrativa.

A cartilha ilustrativa propõe que o leitor (neste caso o aluno) interaja com o material. No final da história há um quadro que deve ser completado com o nome dos corantes, onde eles são encontrados e quais são os efeitos adversos relacionados com o consumo desses aditivos. Além disso, constam na cartilha alguns endereços de sites na internet com informações sobre este assunto.

A cartilha apresenta-se como um recurso extremamente vantajoso para professores que não dispõem de tempo e recursos de laboratório para realização de atividades experimentais. Ela contextualiza o tema abordado, os materiais necessários, o roteiro experimental e propõe ao final uma atividade relacionada à temática de cromatografia.

A história em quadrinho “*Que cor tá minha língua?*” se mostrou um material de muita importância, porque as suas informações podem ser divulgadas pelos alunos, em residências, casas e vizinhanças. De forma simples, passa ser um ponto de partida para mudanças de hábitos alimentares dos próprios alunos e das pessoas a sua volta. A cartilha encontra-se em anexo (ANEXO E).

Em seguida, foram introduzidos alguns aspectos da experimentação de cromatografia em papel, sem revelar o que iria acontecer no decorrer do experimento, para que não ocorresse perda do caráter investigativo. Foi distribuído para os alunos um roteiro experimental, contendo uma introdução a experimentação, os materiais a serem utilizados, o procedimento experimental e breve questionário sobre a atividade para ser entregue ao final do experimento. Esse roteiro teve como objetivo orientar melhor os alunos no

decorrer da atividade e, ao mesmo tempo, ser um material que eles possam ter acesso a mais informações. Esse roteiro se encontra em anexo (ANEXO B).

Além do roteiro do aluno também foi confeccionado um plano de aula para o professor, para que ele pudesse ter todo o direcionamento da atividade e ter esse material didático disponível para futuras utilizações. O plano de aula contém uma introdução sobre o assunto abordado, o objetivo da proposta, os materiais necessários e a metodologia, como a atividade será conduzida, a avaliação, e as competências e habilidades a serem atingidas com a atividade. A disponibilidade desse material didático é extremamente proveitoso para professores que não dispõem de tempo, pois nele se encontra descrito passo a passo a proposta. O roteiro do professor também se encontra em anexo (ANEXO A).

A atividade experimental foi conduzida de modo investigativo, questionando os alunos, a todo o momento, sobre o que eles achavam que estava acontecendo. Com a disponibilidade do roteiro, os alunos não tiveram muitas dificuldades em extrair os corantes dos doces (primeiro passo do experimento).

Algumas corridas cromatográficas realizadas pelos alunos tiveram sua visualização comprometida devido ao excesso de diluição e ao uso do vinagre para extração dos corantes.

Para analisar os papéis cromatográficos foi utilizado como artifício de investigação o conceito de cores primárias e secundárias, com o objetivo de fazer uma relação entre as misturas de cores primárias e a mistura de determinados corantes para a formação de uma tonalidade de cor.

Ao perguntar aos alunos se eles lembravam que cores primárias ⁷ formavam a tonalidade verde, eles responderam que era formada pelas cores amarelo e azul. A partir dessa resposta, eles foram estimulados a fazer uma associação entre as cores primárias e misturas de corantes. Com isso eles concluíram que aquela cor inicialmente verde era formada por dois corantes, um amarelo e outro azul, duas cores primárias.

⁷ Cores primárias são cores puras, cores independentes que não podem se decompor, logo não derivam da mistura de outras. Por exemplo, as cores azul, amarelo e vermelho. Elas formam um conjunto de cores que podem ser combinadas para criar outras cores como o verde, laranja, roxo, etc.

Partindo dos corantes amarelo e azul, os que tiveram melhor separação durante a corrida cromatográfica, pode-se analisar as demais aplicações presentes no papel de filtro, reforçando melhor com os alunos a ideia preliminar de separação de mistura de corantes.

Em seguida, eles foram questionados quanto à migração (movimentação) dos corantes e qual era o motivo de alguns corantes terem se movimentado mais que outros.

Os alunos, em um primeiro momento, tiveram dificuldades em responder essas perguntas, devido ao fato dos conceitos de interações intermoleculares e afinidade não ter sido visto por eles. Então nessa etapa, foram dadas pequenas sugestões para que eles chegassem às suas próprias conclusões.

Foi dito para eles quem era a fase estacionária e quem era a fase móvel na cromatografia, claro que de um modo investigativo, perguntando a eles o que o nome fase estacionária sugeria, o que a água estava fazendo no papel, quem era que estava parado e quem estava em movimento. Com isso, os alunos foram induzidos a fazer uma relação entre os corantes que estavam mais afastados da base do papel e aqueles que estavam mais próximos a ela.

Ao questionar quem era a fase móvel e quem era a estacionária, e quais os corantes mais próximos da base e os mais afastados, iniciou-se com eles a discussão de interação e afinidade.

Continuou-se a investigação perguntando-se quais corantes eles achavam que estava interagindo mais com a água e quais estavam interagindo mais com o papel de filtro. A partir do diálogo entre os grupos, pode-se perceber que os alunos compreenderam que os corantes migraram de acordo com a interação e afinidade que cada um possui com a fase móvel e com a estacionária. Segundo suas respostas, àqueles que se movimentaram mais possuíam afinidade com a água e aqueles mais presos à base tinham mais afinidade com o papel.

Também foi conversado com os alunos que cada corante interage de uma forma única e diferenciada com ambas as fases na cromatografia, e que essa é uma técnica para identificação se determinado corante está presente ou não no alimento. Mostrou-se aos alunos que a cromatografia em papel é uma técnica muito utilizada em laboratórios para a identificação de substâncias.

Nas discussões em grupos e no decorrer da atividade percebeu-se uma grande receptividade e interesse das três turmas participantes com relação à temática escolhida (FIGURA 24).



FIGURA 24: Alunos realizando o experimento.

7.4 Análise da pesquisa e do questionário de avaliação

Com base na pesquisa realizada pelos alunos sobre quais são os chicletes, balas, pastilhas de chocolate, amendoins e gelatinas mais consumidos por eles, foi montado um gráfico com os corantes que eles mais consomem.

De acordo com o gráfico (Figura 25), pode-se perceber que há entre os alunos um grande consumo dos corantes azul brilhante FCF, tartrazina, vermelho 40, amarelo crepúsculo e indigotina. Dentre os efeitos adversos desses corantes estão o potencial carcinogênico, hiperatividade em crianças, alergias, dermatites, dificuldades respiratórias, dentre outras.

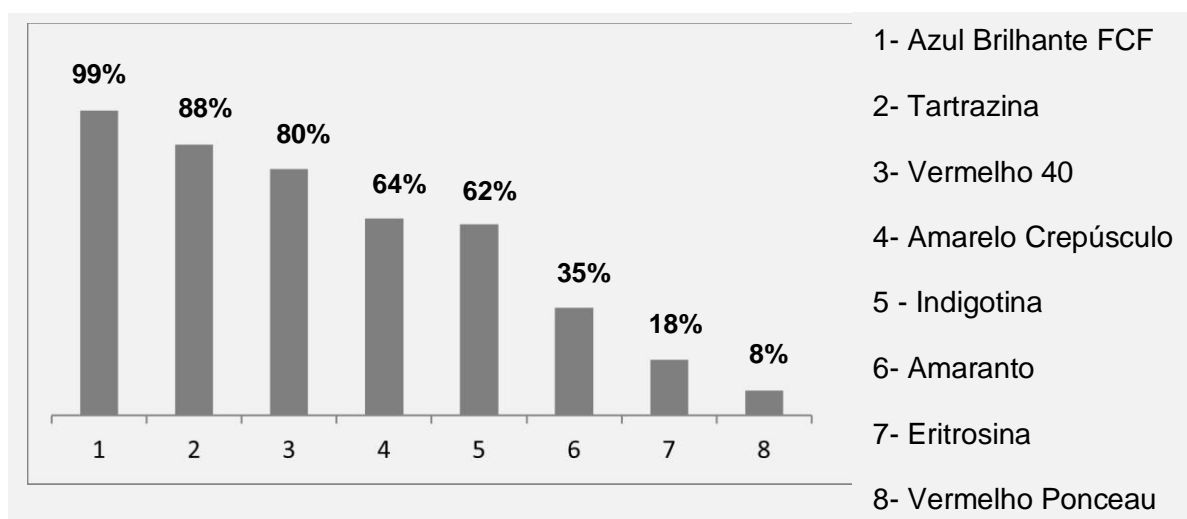


FIGURA 25: Corantes mais consumidos pelos alunos.

Ao final da prática os alunos responderam um questionário, buscando-se avaliar a compreensão dos assuntos abordados. Foram realizadas as seguintes perguntas, seguidas de exemplos de respostas dos alunos:

- 1) Por que alguns corantes mantêm uma única cor durante o processo cromatográfico e outros se desdobram em várias cores?

“Porque alguns corantes são formados por misturas, exemplo o verde é formado pelo azul e o amarelo.”

“Pois alguns corantes são formados por duas cores, exemplo o verde = azul + amarelo. E outros têm sua cor própria.”

“Porque eles têm uma única substância”

“Porque alguns corantes só têm uma substância”.

Com base nas respostas dos alunos em relação à primeira pergunta, percebe-se que eles conseguiram entender que quando há tonalidades de cores formadas por dois ou mais corantes e outros por apenas um, e que durante a corrida cromatográfica elas se separam.

- 2) Por que alguns corantes se movimentam mais durante a corrida cromatográfica, ficando mais afastados do topo do papel que os outros?

“Porque ele interagiu mais com a água.”

“Pois, alguns tipos de corantes reagem mais com a água e outros com o papel”.

“Porque eles interagem mais com a água.”

“Porque alguns interagem com a água e outros com o papel.”

De acordo com as respostas da segunda pergunta, nota-se que os alunos também tiveram facilidade em respondê-la, justificando que a movimentação ocorre pela diferença de interação entre o papel e a água.

- 3) Por que após a corrida cromatográfica ocorre a separação de uma tonalidade de cor, por exemplo, a marrom em diferentes cores?

“Porque eles interagem de diferentes formas e têm propriedades também diferentes.”

“Porque ele tem mais de uma substância, por isso alguns interagem com água e outros com o papel.”

“Porque eles têm propriedades diferentes, por isso interagem diferente”

“Porque são a mistura de várias substâncias, e têm interações diferentes uma com a água e a outra com o papel.”

Com relação à terceira pergunta, houve uma pequena dificuldade por parte dos alunos em explicar corretamente que a separação de uma mistura de corantes ocorre pela forma com que cada um interage unicamente com a fase móvel e fase estacionária.

De um modo geral, com base na análise do questionário, percebe-se que os alunos compreenderam os princípios básicos da cromatografia. Conseguiram assimilar que os corantes se separam porque eles interagem diferentemente com o papel e com a água por questões de afinidade. Além disso, a atividade permitiu o contato com uma técnica de análise muito utilizada em laboratórios dentro do conceito de separação de misturas.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Cromatografia em papel de corantes presentes em doces e gelatinas se mostrou eficiente na apresentação de uma técnica de análise rotineira usada em laboratórios de uma forma contextualizada através da temática de corantes, exemplificando o tópico métodos de separação, estudado em Química Geral.

A distribuição da cartilha ilustrativa em formato de história em quadrinho “*Que cor tá minha língua?*” aliada à discussão em grupo contribuiu de forma significativa para alertarmos os alunos quanto aos prejuízos causados pelo consumo excessivo de corantes, estimulando o consumo de frutas e alimentos *in natura*, podendo com isso melhorar os hábitos alimentares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDEL-AZIZ, A. H.; SHOURMAN, S. A.; ATTIA, A. S.; SAAD, S. F. A study on the reproductive toxicity of erythrosine in male mice. **Pharmacological Research**, v.35, p.457-462, 1997.

ALISON, D.; COLLINS, P. Colouring our food in the last and next Millennium. **International Journal of Food Science and Technology**. v.35, p.5-22, 2000.

ALMEIDA, P. G. *Dissertação de Mestrado*. Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do sul, 2011.

ANGELUCCI, E. **Corantes para alimentos: legislação brasileira**. In: CORANTES para alimentos. Campinas: ITAL, p.1-15, 1988.

ANVISA. Legislação/Alimentos. Resolução nº 382, de 05 de agosto de 1999. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/alimentos.html>>. Acessado em dezembro de 2013.

ARAÚJO, M. E. M. Corantes naturais para têxteis – da antiguidade aos tempos modernos. Texto de apoio Curso de Mestrado em Química Aplicada ao Patrimônio Cultural - DQB, FCUL, 2005. Disponível em: <<http://tramasdocafecomleite.files.wordpress.com/2009/06/corantes-naturais-e-texteis2.pdf>>. Acessado em dezembro de 2013.

BANTI, R. S. *Monografia*. Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2012.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F.A. **Introdução à química de alimentos**. 2.ed. São Paulo: Varela, 1992.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do Processamento de alimentos**. 1.ed. São Paulo: Livraria Varela Ltda. 1995.

BLANC, P. J. Les Pigments Rouges de Monascus. **Biofutur**, v.184, p.13-17, 1998.

BORIS, M.; MANDEL, F.S. Foods and additives are common causes of attention deficit hyperactivity disorder in children. **Ann Allergy**, v.72, p.462-468, 1994.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2002. Disponível em: <<http://www.fisica.ufmg.br/~menfis/programa/CienciasNatureza+.pdf>>. Acessado em dezembro de 2013.

BRAZ, K. M.; FERNANDES, S. A. História em Quadrinhos: Um Recurso Didático para as Aulas de Física. *In: XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF*, p. 26-30, 2009, Vitória.

CABELLO, K. S. A.; MORAES, M.O. Como uma Cartilha para Falar em Hanseníase Transformou-se em História em Quadrinhos. **Revista Ciências & Idéias**, Rio de Janeiro, n.1, v.1, p.87-92, 2010.

CARUSO, F.; SILVEIRA, C. Quadrinhos para a cidadania. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, Rio de Janeiro, n. 1, v. 16, p.217-236, 2009.

COELHO, T. M. *Tese de Doutorado*. Universidade Estadual de Maringá Maringá, 2005.

COLLINS, C. H. Cem Anos das Palavras Cromatografia e Cromatograma. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 4, p.889-890, 2006.

COLLINS, P.; PLUMBLY, J. Natural colors: stable future? **Food Tech Europe**. v.49, n.2, p.64-70, 1995.

CONSTANT, P. B. L.; STRINGHETA, P. C.; SANDI, D. Corantes Alimentícios. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 20, n. 2, p.203-220, 2002.

COSENTINO, H. M. *Tese de Doutorado*. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

CUNHA, F. G. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

CHASSOT, A. I. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 2. ed. Ijuí: Unijuí, 2001.

DEMO, P. **Participação é conquista: noções de política social participativa**. 3. ed. São Paulo: Ed. Cortez, 1996.

DEGANI, A. L.; CASE, Q. L.; VIERA, P. C. Cromatografia um breve ensaio. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 7, p. 21-25, 1998.

DIAS, M.V.; GUIMARÃENS, P.I.C.; MERÇON, F. Corantes Naturais: Extração e Emprego como Indicadores Naturais. **Química Nova na Escola**. São Paulo, n.17, p.27-31, 2003.

DOWNHAM, A.; COLLINS, P. Colouring our food in the last and next millennium. **International Journal Food ScienceTechnology** v. 35, p. 5-22, 2000.

FONSECA, M.R.M. **Completamente química: química geral**. 1.ed. São Paulo: FTD, 2001.

FRACETO, L.F.; LIMA, S.L.T.; Aplicação da Cromatografia em Papel na Separação de Corantes em Pastilhas de Chocolate. **Química Nova na Escola**. São Paulo, n.18, p.46-48, 2003.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 36. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2003.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 39. ed. São Paulo: Paz e Terra. 2009.

FREUND, P.R.; WASHAN, C.J.; MAGGION, M. Natural color for use in foods. **Cereal Foods World**. v.33, n.7, p.553-559, 1988.

KAMEL, C.R.L. *Dissertação de Mestrado*. Instituto Oswaldo Cruz / FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 2006.

KAPOR, M. A.; YAMANAKA, H.; CARNEIRO, P. A.; ZANONI, M. V.B. Eletroanálise de corantes alimentícios: determinação de índigo carmim e tartrazina. **Eclética Química**. São Paulo, v. 26, p.53-68, 2001.

GIL PEREZ, D.; FURIÓ, C.M.; VALDÉS, P.; SALINAS, J.; TORREGROSA, J.M.; GUIASOLA, J.; GONZÁLEZ, E.; DUMASCARRÉ, A.; GOFFARD, M.; CARVALHO, A.M.P. ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel e realización de prácticas de laboratorio? **Enseñanza de las Ciencias**, v.17, n.2, p.311-320, 1999.

GONZALEZ, F.G.; PALEARI, L.M. O ensino da digestão-nutrição na era das refeições rápidas e do culto ao corpo. **Ciência & Educação**. São Paulo, v. 12, n. 1, p. 13-24. 2006.

GUIMARÃES, C.C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. **Química Nova na Escola**. São Paulo, v.31, n.3. 2009.

HAMERSKI, L.; REZENDE, M. J. C.; SILVA, B. V. Usando as Cores da Natureza para Atender aos Desejos do Consumidor: Substâncias Naturais como Corantes na Indústria Alimentícia. **Revista Virtual de Química**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 3, p. 394-420, 2013.

JARCEM, R. G. R. História das Histórias em Quadrinhos. **História, imagem e narrativas**, Rio de Janeiro, n. 5, p.1-9, 2007.

FERREIRA, D. M.; FRACETO, L. F.; FRACETO, LEONARDO F. Histórias em quadrinhos uma ferramenta para o ensino de Química. *In: 7º Simpósio Brasileiro de educação Química*, p.12-14 jul. 2009, Salvador.

LIMA, J.F.L.; PINA, M.S.L.; BARBOSA, R.M.N. e JÓFILI, Z.M.S. Contextualização no ensino de cinética química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 11, p. 26-29, 2000.

LISBÔA, J.C.F. Investigando tintas de canetas utilizando cromatografia em papel. **Química Nova na Escola**, São Paulo n.7, p. 38-39, 1998.

LUTFI, M. **Cotidiano e educação em química**. Ijuí: Unijuí, 1988.

MATOS, M. A. E. O Gênero História em Quadrinhos no Ensino de Química. *In: Anais da 31ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química*, 2008, São Paulo.

MASCARENHAS, J. M. O.; STRINGHETA, P.C. **Revista Nacional de Carne**. n. 256, p.32-33 1998.

MISKULIN, R. G. S.; AMORIM, J. A.; SILVA, M. da R. C. S. Histórias em Quadrinhos na Aprendizagem de Matemática. *In: IX Encontro Gaúcho de Educação Matemática*, 2006, Caxias do Sul - RS. Anais do IX EGEM, 2006. p. 1-9.

MORITZ, D. E.; *Tese de Doutorado*. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

MORTIMER, E.F. A proposta curricular de química do estado de Minas Gerais: Fundamentos e pressupostos. **Química Nova**. São Paulo, v.23, n.2, p.273-283. 2000.

MOUTINHO, I. L. S.; BERTGES, L. C.; ASSIS, R. V. C. Prolonged use of food dye tartrazine (FD&C yellow nº5) and its effects on the gastric mucosa of Wistar rats. **Brazilian Journal of Biology**, v.67, p.141-145, 2007.

NETTO, R. C. M. Dossiê corantes. **Food Ingredients Brasil**. n.9, 2009. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/106.pdf>>. Acessado em dezembro 2013.

OLIVEIRA, A.P.N.; BONDIOLI, F.; MANFREDINI, T. Pigmentos Inorgânicos: Projeto, Produção e Aplicação Industrial. **Cerâmica Industrial**. São Paulo, v.3, n.3-4, p.13-17, 1998.

PAVANELLI, S. P. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

PERES, T. B. Noções básicas de cromatografia. **Biológico**, São Paulo, v. 64, n. 2, p. 227-229, 2002.

PIZARRO, M. V. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2009.

POLLOCK, I. Hyperactivity and food additives. **Bibliotheca Nutritio et Dieta**, v.48, p.81-89, 1991.

POLÔNIO, M.L.T; PEREZ, F. Consumo de aditivos alimentares e efeitos à saúde: desafios para a saúde pública brasileira. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, n. 25, v. 8, 1653-1666, 2009.

PRADO, M. A.; GODOY, H. T. Corantes artificiais em alimentos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.14, n.2, p.237-250, 2003.

PRADO, M.A.; GODOY, H.T. Teores de corantes artificiais em alimentos determinados por cromatografia líquida de alta eficiência. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 268-273, 2007.

QUEIJA, C.; QUEIRÓS, M. A.; RODRIGUES, L. M. A cor dos alimentos. **Boletim da Sociedade Portuguesa de Química**, v.80, p.6-11, 2001.

REYES, F. G. R.; VALIM, M. F. C. F. A.; VERCESI, A. E. Effect of organism synthetic food colours on mitochondrial respiration. **Food Additives Contaminants**. v. 13, n.1, p. 5-11, 1996.

RIBEIRO, N. M.; NUNES, C. R. Análise de Pigmentos de Pimentões por Cromatografia em Papel. **Química Nova na Escola**. São Paulo, n.29, p. 34-37. 2008.

SANTOS, W.L.P.; SCHNETZLER, R.P. Função social: o que significa ensino de química para formar o cidadão? **Química Nova na Escola**. São Paulo, n.4, p. 28-34. 1996.

SOARES, A. H. M. *Dissertação de Mestrado*. Universidade de Minho, Portugal, 2004.

STEVENSON, J.; MACCANN, D.; BARRET, A.; CRUMPLER, D.; DALEN, L.; GRIMSHAW, K.; KITCHIN, E.; LOK, K.; PORTEOUS, L.; PRINCE, E.; SONUGA-BARKE, E.; WARNER, J. Food additives and hyperactive behaviour in 3-year-old and 8/9-year-old children in the community: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. **The Lancet**, v.370, p.1560-1567, 2007.

SILVA, R. M. G.; Contextualizando aprendizagens de Química na educação escolar. **Química Nova na Escola**. São Paulo, n.18, p. 26-30, 2003.

SIMÃO, V. *Dissertação*. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

SOUZA C. F.; *Monografia*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

SUGIMURA, T. Mutagens, carcinogens, and tumor promoters in our daily food. **Cancer**, v.49, p.1970-1984, 1982.

TESTONI, L. A. *Monografia*. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

USBERCO, JOÃO e SALVADOR, EDGAR. **Química geral**. 10. ed. São Paulo: Saraiva, 2003.

VALIM, M. F. C. F. A. *Dissertação Mestrado*. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1989.

WARD, N. I. Assessment of chemical factors in relation to child hyperactivity. **Journal of Nutritional Environmental Medicine**, v.7, n.4, p.333-342, 1997.

ZANON, I.B.; PALHARINI, E.M. A química no ensino fundamental de ciências. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 2, p.15-18. 1995.

10. ANEXOS

ANEXO A - Roteiro do professor

Plano de aula

Tema: Cromatografia em papel de corantes presentes em doces: um alerta ao consumo excessivo desse aditivo.

Introdução

Os órgãos dos sentidos do ser humano captam aproximadamente 87% de suas percepções pela visão, 9% pela audição e os 4% restantes por meio do olfato, do paladar e do tato. A percepção da cor não se refere apenas à habilidade do homem em distinguir a luz de diferentes comprimentos de onda. A cor é o resultado produzido no cérebro pelo estímulo recebido quando a energia radiante penetra nos olhos, permitindo a distinção do verde, do azul, do vermelho e de outras cores.

A aceitação de um produto alimentício pelo consumidor está diretamente relacionada à sua cor. A aparência do alimento pode exercer efeito estimulante ou inibidor do apetite. Por essa razão, o setor alimentício preocupa-se tanto com a aplicação de aditivos e obtenção de alimentos que agradem aos olhos do consumidor. Mas será que a aparência é o fator mais importante na hora do consumo desses alimentos?

A única função dos corantes alimentares é conferir cor ao alimento não oferecendo nenhum valor nutritivo. Apesar da ANVISA permitir o uso de corantes artificiais, estes têm geralmente como matéria-prima a anilina que possui um grande potencial carcinogênico. Portanto, faz-se necessário o controle da utilização desses corantes nos alimentos uma vez que a maioria dos alimentos coloridos é destinada as crianças e não é raro o relato de reações alérgicas causadas por estas substâncias. Uma pesquisa feita pelo pesquisador Stevenson com crianças hiperativas, submetida à administração de corantes artificiais durante cinco dias, mostrou prejuízos no desempenho em testes de aprendizados.

A cromatografia é um método físico-químico de separação, onde ocorre a migração dos componentes de uma mistura entre uma fase estacionária (no caso, o papel) e uma fase móvel (no caso, a água). A cromatografia em papel de doces como confeites, chicletes, pirulitos, balas se mostra muito vantajosa em trazer para sala de aula a discussão de conceitos de solubilidade, polaridade, partição e adsorção, entre outros, possibilitando principalmente a visualização da separação de dois ou mais corantes presentes em um único alimento.

Competências e habilidades

Deseja-se que ao final desta atividade os alunos sejam capazes de compreender:

- Conceitos básicos relacionados à cromatografia em papel como solubilidade e interação intermolecular;
- As consequências e prejuízos causados pelo consumo excessivo de aditivos como os corantes;
- O motivo pelo qual os corantes assim como outros aditivos são utilizados em alimentos;
- A química está presente no dia a dia deles como em um simples comer de doces.

Objetivos

Realizar cromatografia em papel de corantes presentes em doces e gelatinas e através dessa experimentação alertar os alunos dos prejuízos causados pelo consumo excessivo desse aditivo.

Tempo estimado

60 minutos

Turma alvo

1ª série do Ensino Médio. (Dentro do tópico de métodos de separação).

Breve direcionamento da atividade

1ª Momento: Discussão sobre os prejuízos do consumo excessivo do uso de corantes e sobre o experimento

Antes da realização da prática de cromatografia de corantes em papel será realizada uma apresentação em *slides* abordando-se os principais temas sobre corantes, seus prejuízos a saúdes, os limites de ingestão diárias, entre outros. Seguida da distribuição da cartilha “*Que cor tá minha língua?*”. E por fim, serão discutidos com os alunos questões sobre o experimento.

Pesquisa dos principais corantes consumidos pelos alunos

Será realizada na uma pesquisa com objetivo de identificar quais os corantes que são mais consumidos pelos os alunos participantes da atividade.

2ª Momento: Aplicação do experimento

Será entregue um roteiro com as instruções do experimento, e os alunos serão divididos em grupos. Cada grupo receberá um kit com o material necessário para o experimento.

Material necessário para a problematização do tema

- Equipamento áudiovisual (Data Show).

Metodologia para experimentação

Materiais

- 1) Vasilha plástica transparente retangular ou quadrada (pequena);
- 2) Pincel pequeno com ponta arredondada;
- 3) Papel de filtro de café;
- 4) Lápis preto, tesoura e régua;
- 5) Copos de café transparente;
- 6) Palitos de dente;
- 7) Doces como balas, chicletes, pirulitos, pastilhas de chocolates, amendoim, gelatinas e sucos em pó.

Reagentes

- 1) Vinagre doméstico branco;
- 2) Água;

Parte experimental

Para a preparação das tiras de cromatografia em papel, corta-se um pedaço de papel de filtro de café, na forma de um retângulo 8 X 6 cm, de modo que caiba em uma vasilha retangular ou outro material similar, de modo que o papel fique afastado das laterais da vasilha em 1 cm em ambos os lados, e a 1 cm da borda. Em seguida, marque com lápis uma linha na horizontal que esteja afastada 1,5 cm da base inferior do papel e uma linha na horizontal que esteja afastada 0,5 cm da base superior. Na tira deve-se fazer 5 colunas de 2 cm entre cada uma, dobrando em seguida o papel na forma de sanfona.

Com o auxílio de um pincel umedecido com vinagre doméstico remova a cor do doce, através de pinceladas e, em seguida, passe o palito de dente na ponta do pincel removendo uma pequena quantidade desse corante. Com esse mesmo palito aplique

certa quantidade do corante na linha traçada sobre o papel de filtro. Repetir esse mesmo procedimento para os doces de outras cores com novos palitos de dente. Anotar com lápis o nome da cor embaixo de cada ponto aplicado (spot) (não use caneta!).

Ponha a solução aquosa de NaCl 5% no béquer ou vasilha, de modo que seu fundo seja preenchido com um pequeno volume dessa solução (a quantidade de solução deve preencher cerca de 0,5 cm). Leve o papel com os *spots* coloridos a vasilha com a solução de cloreto de sódio. O papel deve ficar com sua borda inferior mergulhada na solução, sem que a solução toque nos spots dos corantes.

A base do papel deve ser deixada o mais reta possível para que, com a passagem da água, as manchas se movimentem ao mesmo tempo e não se espalhem. Deixe a solução subir pelo papel. Quando ela chegar próximo ao topo do papel, remova-o do béquer. Deixe o papel cromatográfico secar ao ar.

Resíduos, tratamento e descarte

Os resíduos gerados neste experimento podem ser descartados no lixo comum.

Reflexões sobre o experimento

- 1) Por que alguns corantes mantêm uma única cor durante o processo cromatográfico e outros se desdobram em várias cores?
- 2) Por que alguns corantes se movimentam mais durante a corrida cromatográfica, ficando mais próximos do topo do papel que os outros?
- 3) Por que após a corrida cromatográfica ocorre a separação de uma tonalidade de cor, por exemplo, a marrom em diferentes cores?

Avaliação

Como critério será considerado o envolvimento dos estudantes durante atividade assim como a entrega das respostas das reflexões acima.

Referências bibliográficas

FONSECA, S.F., GONÇALVES, C.C.S. Extração de pigmentos do espinafre e separação em coluna de açúcar comercial. *Química Nova na Escola*, v.20, p.55, **2004**.

RIBEIRO, N.M., NUNES, C. R. Análise de pigmentos de pimentões por cromatografia em papel. *Química Nova na Escola*, v.29, p.34, **2008**.

PRADO, M. A.; GODOY, H. T. Teores de corantes artificiais em alimentos determinados por cromatografia líquida de alta eficiência. *Química Nova*, 30, 2, 268-273, **2007**.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, Referência bibliográfica de documentos eletrônicos <Disponível em <http://www.anvisa.gov.br>> Acessado em 12 de novembro de 2012.

ANEXO B - Roteiro do aluno**Atividade experimental de Química****11 / 11 / 13****Cromatografia em papel de doces**

A cromatografia é um método de análise que ocupa um lugar de destaque em vários campos da Ciência (Química, Bioquímica, Engenharia de Alimentos etc.) devido à sua praticidade de efetuar separações, permitindo identificar e quantificar variadas misturas de compostos químicos.

O termo cromatografia deriva das palavras gregas “chrom” (cor) e “graphe” (escrever). Porém, hoje, a cromatografia não se restringe apenas a separação de componentes coloridos, sendo definido como um método físico-químico de separação, no qual ocorre a migração dos componentes de uma mistura entre uma fase estacionária (no caso, o papel) e uma fase móvel (no caso, a água).

Materiais

1 vasilha plástica transparente

1 pincel fino

Copo de café descartável

Papel de filtro de café

Vinagre doméstico branco

Água

Palitos de dente

Chicletes, gelatinas, chocolates e etc.

Roteiro do experimento

- 1- Coloque o chiclete ou pastilha em um copinho de café com vinagre;
- 2- Remova o corante da superfície do doce com auxílio do pincel;
- 3- Encoste a ponta mais grossa do palito de dente no líquido (corante removido), aplicando em seguida no papel de filtro de café;
- 4- Repita esse procedimento para outros doces de cores diferentes, com um novo palito de dente;
- 5- Anote com lápis o nome da cor embaixo de cada aplicação (não use caneta!).
- 6- Coloque a tira de papel dentro da vasilha com água. O papel deve ficar com sua borda inferior mergulhada na água, porém sem que a água toque nas manchas coloridas.
- 7- Deixe a água subir até a marcação superior do papel de filtro;
- 8- Deixe o papel secar ao ar.

Reflexões sobre o experimento

- 1) Por que alguns corantes mantêm uma única cor durante o processo cromatográfico e outros se desdobram em várias cores?
- 2) Por que alguns corantes se movimentam mais durante a corrida cromatográfica, ficando mais próximos do topo do papel que os outros?
- 3) Por que após a corrida cromatográfica ocorre a separação de uma tonalidade de cor, por exemplo, a marrom em diferentes cores?

ANEXO C - Pesquisa sobre os doces e gelatinas preferidos dos alunos**Questionário**

“Avaliação da exposição aos corantes artificiais por adolescentes em relação ao consumo de balas, gelatinas, pastilhas de chocolate e amendoim e chicletes.”

Nome: _____

Idade: _____

Qual a sua bala preferida?

Nome / marca: _____

Cor da bala: _____

Quantas vezes por semana você a come? _____

Nome / marca: _____

Cor da bala: _____

Quantas vezes por semana você a come? _____

Qual o seu chiclete preferido?

Nome / marca: _____

Cor do chiclete: _____

Quantas vezes por semana você o masca? _____

Nome / marca: _____

Cor do chiclete: _____

Quantas vezes por semana você o come? _____

Qual a sua pastilha de chocolate ou amendoim preferida?

Nome / marca: _____

Cor da pastilha: _____

Quantas vezes por semana você a come? _____

Nome / marca: _____

Cor da pastilha: _____

Quantas vezes por semana você a come? _____

Qual a sua gelatina preferida?

Nome / marca: _____

Cor da gelatina: _____

Quantas vezes por semana você a come? _____

Nome / marca: _____

Cor da gelatina: _____

Quantas vezes por semana você a come? _____

ANEXO D - Autorização para participar da pesquisa.

Rio de Janeiro, 04 de novembro de 2013.

Eu responsável pelo aluno(a) _____

autorizo que as informações citadas por ele(a) na pesquisa sobre o “Consumo de corantes alimentícios” possam ser divulgadas em anais de congresso e artigos de divulgação científica.

(Assinatura do responsável).

ANEXO E – Cartilha: “Que cor tá minha língua?”











Com esses materiais iremos fazer a separação dos corantes!

Papel de filtro de café Chicletes, balas, chocolates, etc. Água

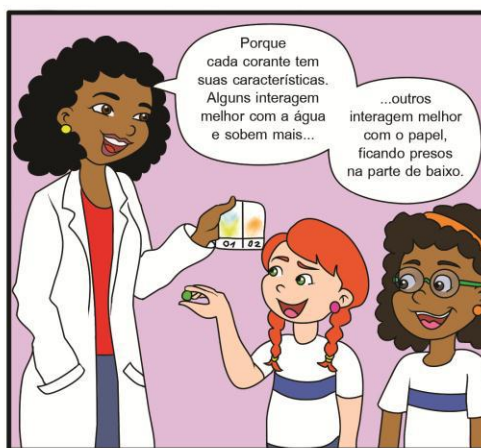
Vinagre Branco Pincel fino Palito de dente Copo descartável Vasilha plástica transparente

Como faremos isso?

É fácil! É só usar o roteiro que está no quadro!

Roteiro do Experimento

- 1- Cortar uma tira de papel de filtro de café na forma de um retângulo 20 X 10 cm;
- 2- Usar somente lápis para escrever no papel de filtro!
- 3- Faça com lápis uma linha na horizontal afastada 0,5 cm da base inferior e superior do papel de filtro.
- 4- Coloque o chiclete ou bala em um copinho de café com o vinagre branco;
- 5- Remova o corante da superfície do doce com auxílio do pincel;
- 6- Encoste a ponta do palito de dente com o corante na linha inferior do papel de filtro;
- 7- Coloque a tira de papel em pé dentro da vasilha com água, com os corantes voltados para baixo;
- 8 - Deixe o corante subir até a marcação superior do papel de filtro.





Pesquise junto com seus professores e responsáveis sobre seus alimentos preferidos e os corantes que eles possuem, depois nos ajude a completar essa tabela!

| Quem sou eu? | Onde sou encontrado? | O que posso causar se consumido em excesso? |
|--------------------|---|--|
| Vermelho 40 | Cereais, balas, laticínios, recheios, sobremesas, xaropes para refrescos, refrigerantes, geleias, confeitos, cereja em calda. | Pode causar hiperatividade em crianças, eczema e dificuldades respiratórias. |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |



*http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-311X2009000800002&script=sci_arttext
<http://www.idec.org.br/consultas/dicas-e-direitos/cuidados-com-os-corantes-dos-alimentos>
<http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc18/A10.PDF>



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Laboratório de Produtos Naturais e
Transformações Químicas



Que cor tá minha língua?

Missão:

Alertar os estudantes dos prejuízos causados pelo consumo excessivo de corantes artificiais e estimulá-los a consumir frutas e alimentos in natura e, com isso, melhorar seus hábitos alimentares.

Que cor tá minha língua?

Camila Almeida Oliveira, Ana Paula Bernardo dos Santos e Angelo da Cunha Pinto

1ª Edição

Rio de Janeiro

2013

Autoria

Camila Almeida Oliveira*, Ana Paula Bernardo dos Santos e Angelo da Cunha Pinto.

*camilaoliveira2602@gmail.com

*Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Química, Departamento de Química Orgânica,
Avenida Athos da Silveira Ramos, 149, Centro de Tecnologia, Bloco A, Cidade Universitária, CEP
21941-909, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

Criação e arte

Priscilla Castro*

*priscillakastro@gmail.com

Esta obra foi licenciada sob uma Licença do Creative Commons:
Atribuição-Não Comercial-Compartilha Igual 3.0 Brasil, CC-BY-NC-SA.

